

Le Cirad en 2010



Le Cirad en 2010



LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT

Le Cirad est un centre de recherche français qui répond, avec les pays du Sud, aux enjeux internationaux de l'agriculture et du développement.

Il produit et transmet, en partenariat avec ces pays, de nouvelles connaissances, pour accompagner le développement agricole et contribuer au débat sur les grands enjeux mondiaux de l'agriculture, de l'alimentation et des territoires ruraux.

Le Cirad dispose d'un réseau mondial de partenaires et de directions régionales, à partir desquelles il mène des activités de coopération avec plus de 90 pays.

Il emploie 1 800 agents, dont 800 ingénieurs chercheurs. Son budget s'élève à 214 millions d'euros dont les deux tiers proviennent de l'Etat français.

© Cirad, mai 2011
ISBN : 978-2-87614-678-5
EAN : 9782876146785

Editorial

Cette édition 2010 du rapport d'activité illustre de manière concise et concrète l'avancement des travaux engagés par les unités de recherche sur les grands axes thématiques de notre établissement.

Nous souhaitons qu'il apporte également une image de la diversité des formes de notre activité et de ses impacts sur le développement agricole et rural des régions tropicales.

Au-delà des résultats et des acquis scientifiques, ce rapport présente quelques-uns des événements qui marquent la vie du Cirad, acteur de la gouvernance de la recherche agronomique mondiale. Ainsi, après le premier succès de la venue de la GCARD en mars à Montpellier, le choix de l'implantation du futur siège du GCRAI sur ce même site traduit la reconnaissance internationale de ce grand pôle dédié à la recherche agronomique. Le Cirad, avec ses équipes, contribue à sa dynamique à travers de multiples collaborations avec des institutions de recherche ou de formation de notre pays, mais aussi des pays du Bassin méditerranéen et des zones tropicales.

Au cours de cette année 2010, la quasi-totalité des collectifs scientifiques du Cirad a fait l'objet de l'évaluation quadriennale de la part de l'AERES, qui s'est ensuite penchée sur le fonctionnement du Cirad en tant qu'opérateur. Soulignons ici que l'établissement s'est collectivement mobilisé pour tirer le meilleur parti de ces évaluations et bâtir, à travers le dialogue, le dispositif scientifique du prochain exercice quadriennal (2011-2014).

Gérard Matheron
Président-directeur général

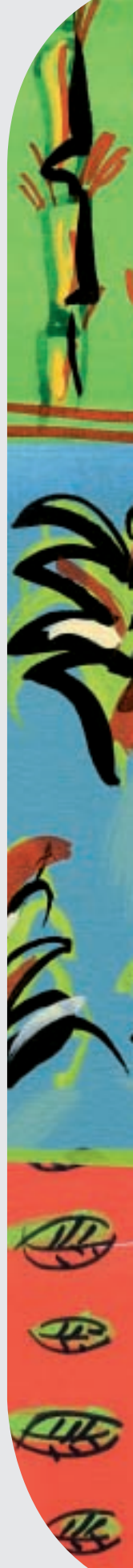


SOMMAIRE

Editorial	1
Les faits marquants	
Le Cirad, un acteur de la gouvernance de la recherche agronomique mondiale	4
Agrimonde, scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050	5
Sécuriser les échanges de ressources biologiques	6
Inter-Trop met en réseau les centres de ressources biologiques	6
La biodiversité au Cirad : 250 experts, 1/5 des publications	6
Formation en biotechnologies : le Cirad s'engage auprès des universités africaines	7
Gérard Matheron est nommé président du Cirad	7
Le Conseil scientifique du Cirad à Cotonou	7
Des outils collectifs de recherche ouverts à la communauté scientifique	8
Visacane, la quarantaine de canne à sucre	8
Refuge, une plateforme d'accueil et de formation	8
La recherche en sciences sociales en Nouvelle-Calédonie : dix ans d'un partenariat original	9
L'accréditation du laboratoire de préservation des bois renouvelée	9
Les recherches	
<i>Axe 1 . Intensification écologique</i>	10
Décrypter le génome du cacaoyer	12
L'histoire évolutive du karité en Afrique soudano-sahélienne	14
Reconstituer la croissance de méristèmes à partir de l'imagerie cellulaire	15
L'intensification écologique dans les vergers : des plantes de couverture pour lutter contre les adventices	16
Les cycles nutritifs des plantations d'eucalyptus du Brésil et du Congo	17
Régénérer l'arganeraie marocaine	18
<i>Xanthomonas albilineans</i> , un génome réduit, mais costaud	18
Séquençage du génome de deux trypanosomes de plantes	19
Suivre les déplacements du charançon du bananier	20
Les vols de hannetons ravageurs de la canne sous surveillance radio	21
Comment sélectionner très tôt des tilapias mâles ?	22
<i>Axe 2 . Biomasse-énergie</i>	23
Nouvelles stratégies catalytiques pour la gazéification de la biomasse	24
Le charbon de bois à Madagascar : entre demande urbaine et gestion durable	26
Arina, le charbon de bois à Madagascar	27
Djolibois, un jeu de rôles pour la filière du bois-énergie de Bamako	27
<i>Axe 3 . Alimentation</i>	29
L'imparfaite transmission des prix mondiaux aux marchés agricoles d'Afrique subsaharienne	30
Innover pour développer les marchés : le niébé au Burkina Faso	32

Comment évaluer l'impact des procédés de transformation sur la valeur nutritionnelle des aliments ?	32
Soutenir le développement des filières vivrières en Afrique de l'Ouest	33
La spectroscopie proche infrarouge pour analyser le beurre de karité	33
Un code-barres biologique pour les produits alimentaires	34
Le premier amidon céréeux naturel de manioc	35
Un ouvrage sur la vanille	35
Prévenir et réduire la contamination par les mycotoxines	36
Axe 4 . Santé animale, maladies émergentes	37
Les liposomes : un système vaccinal innovant	38
Optimiser les campagnes de lutte contre les glossines en Afrique de l'Ouest	40
L'écologie de la santé et la gestion des maladies émergentes au Zimbabwe	41
La fièvre de la vallée du Rift : quels risques pour l'Eurasie ?	42
Les maladies émergentes : épidémiologie chez le végétal, l'animal et l'homme	42
Les oiseaux sauvages et la transmission de l'influenza aviaire en Afrique	43
Axe 5 . Politiques publiques	44
Réinvestir les stratégies de développement pour répondre aux défis structurels	46
Réguler par les normes : les dispositifs de normalisation dans la gouvernance du développement durable	48
Renouveler les approches de l'innovation : le symposium Isda 2010	49
Innover avec les acteurs du monde rural : la recherche-action en partenariat	49
Les aspects juridiques des indications géographiques : l'expérience indienne	50
Comment les Etats fabriquent-ils leurs politiques de développement rural durable ?	51
Ressources forestières : gestion communale, gestion communautaire et développement local	52
Axe 6 . Espaces ruraux	54
Dégradation de la biomasse ligneuse dans une forêt de Guyane	56
Quand l'agriculture familiale préserve la forêt amazonienne	57
Les champignons mycorhiziens partenaires de l'adaptation des plantes à leur environnement	58
Le logiciel Biotik récompensé	59
Diagnostic architectural et maturité des forêts en Guyane française	60
Les agriculteurs face à la modernisation de l'irrigation en Tunisie	61
Partager les ressources en eau dans la région rizicole de Klaten, en Indonésie	62
Le verdissement du Sahel : dynamique de la végétation naturelle ou changement d'utilisation des sols ?	63
Gérer la pollution par la chlordécone aux Antilles	64
Les indicateurs	66
L'organisation	72
Le Cirad dans le monde	74

SOMMAIRE



Le Cirad, un acteur de la gouvernance de la recherche agronomique mondiale

Avec la recomposition de la recherche agricole pour le développement, c'est une nouvelle ère de collaborations qui s'ouvre pour le Cirad, qui compte désormais prendre une part plus active dans la gouvernance de la recherche agronomique mondiale. Il dispose, pour ce faire, d'atouts et vient de lancer une série d'initiatives qui lui permettront de faire valoir son expertise et de partager ses valeurs.



© P. Pollecot / Cirad

La décennie 2000 a vu émerger une gouvernance mondiale de la recherche agricole pour le développement, dont le principe a été acté en 2008, à L'Aquila, lors du lancement du Partenariat mondial pour l'agriculture et la sécurité alimentaire (GPAFS) sous les auspices du G8. Cette gouvernance se fonde sur la multipolarité des centres de décision et sur l'importance pour tous les « porteurs d'enjeux » de s'exprimer.

En 2010, une étape décisive de ce processus a été franchie avec la réunion en mars, à Montpellier, de la première Conférence mondiale sur la recherche agronomique pour le développement (GCARD). Celle-ci a proposé une feuille de route afin de transformer en profondeur la recherche agricole pour le développement, avec

la réforme du Groupe consultatif de la recherche agricole internationale (GCRAI), les premiers programmes mondiaux de recherche finalisée, la relance du Forum mondial de la recherche agricole (GFAR) et la coordination des actions multilatérales et mondiales. Le Cirad s'est fortement investi dans la préparation de cet événement, en mettant à la disposition du GFAR un expert senior pour impulser les consultations régionales et en contribuant, en moyens humains et financiers, à l'organisation de la conférence elle-même.

Le Cirad entend désormais être un acteur majeur dans la conception et la mise en œuvre de cette gouvernance. Pour ce faire, il a engagé, en 2010, une série d'actions spécifiques, en accord avec les pouvoirs publics.

Agreenium, l'offre française en sciences agronomiques

Le Cirad s'est engagé, avec cinq acteurs majeurs de l'agronomie française (l'Inra, AgroParisTech, AgroCampus Ouest, Montpellier SupAgro et l'Ecole vétérinaire de Toulouse), dans la création de l'établissement public de coopération scientifique Agreenium. Cet établissement est chargé de promouvoir à l'international une offre française mutualisée et compétitive de recherche et de formation dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation, de la nutrition, de la santé animale et de l'environnement. Au sein de l'établissement, le Cirad s'attache plus particulièrement à promouvoir la recherche agronomique pour le développement, qui répond aux besoins des pays et des populations du Sud.

Etablir un dialogue stratégique avec la Banque mondiale

L'aide publique au développement est de nouveau à l'ordre du jour pour l'agriculture et le développement rural, notamment depuis la publication par la Banque mondiale, en 2008, du *Rapport sur l'état du développement dans le monde*, qui préconise d'investir davantage dans l'agriculture pour lutter contre la faim et réduire la pauvreté tout en préservant les ressources naturelles. Depuis plusieurs années, le Cirad conduit des travaux qui apportent un éclairage original pour affronter ces défis globaux (l'agriculture écologiquement intensive ou encore la volatilité des prix), pour mieux caractériser le champ des possibles (la prospective Agrimonde en partenariat avec l'Inra), pour comprendre

les dynamiques en jeu et leur évolution (l'Observatoire des agricultures du monde).

Pour présenter ces travaux aux experts de la Banque mondiale, le Cirad a organisé en septembre 2010, à Washington, un séminaire, en concertation avec l'Agence française de développement (AFD). Cette rencontre a débouché sur un partenariat stratégique, qui permettra de renforcer les collaborations entre les deux organismes. Deux axes prioritaires ont été définis. Le premier comporte cinq thèmes : gestion des risques, analyse des changements en agriculture, ingénierie du développement, gestion du carbone, gestion durable des espaces agricoles et forestiers. Le second concerne la gouvernance mondiale de la recherche agricole pour le développement et s'inscrit dans le cadre du plan d'action décidé par le G20 à Séoul.

Participer à la construction des premiers programmes de recherche globaux

La réforme du GCRAI se traduit, sur un plan institutionnel, par la création d'un Consortium des centres de recherche, dont le siège est à Montpellier, et par la mise en place d'un Fonds international, supervisé par un conseil des donateurs. Sur le plan opérationnel, elle repose notamment sur des programmes mondiaux de recherche finalisée, dont l'objectif est de réduire la pauvreté et de lutter contre la faim et la malnutrition.

Le Cirad s'est engagé, avec l'IRD, à prendre une part effective dans la conception, la

gouvernance et la mise en œuvre de certains de ces programmes — riz, changement climatique et agriculture, forêts, agricultures en zones arides, entre autres —, pour lesquels il dispose d'une compétence scientifique reconnue. Plusieurs équipes du Cirad se sont mobilisées, au côté des centres du GCRAI, pour concevoir ces programmes et pour identifier leurs contributions scientifiques.

Renforcer la présence du Cirad auprès des organisations des Nations unies

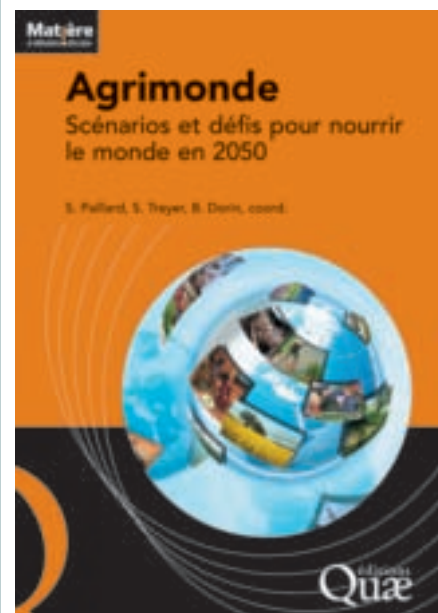
Pour renforcer sa collaboration dans le domaine de l'expertise scientifique avec les organisations multilatérales chargées de l'agriculture, le Cirad prévoit d'accentuer sa présence à Rome. Il multiplie ainsi les initiatives, comme la plateforme d'intelligence stratégique, avec le GFAR, l'appui à l'Observatoire des agricultures du monde, de la FAO, et la gestion de la recherche, avec la représentation permanente française.

Cet ensemble d'initiatives, qui vont toutes dans le sens d'une meilleure visibilité sur le plan international, permettra au Cirad de jouer un rôle actif dans l'évolution de la gouvernance mondiale de la recherche agricole pour le développement dans les années à venir. ■

Contact > Alain Derevier, Rome, Direction générale déléguée à la recherche et à la stratégie, Agreenium

Agrimonde, scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050

Le XXI^e siècle doit relever un triple défi dans le domaine de l'agriculture et de l'alimentation : la sécurité alimentaire, la protection de l'environnement et la raréfaction des énergies fossiles. Dans cette perspective, l'Inra et le Cirad ont lancé, en 2006, Agrimonde, un outil de réflexion prospective sur les enjeux des systèmes alimentaires et agricoles mondiaux à l'horizon 2050. Cet ouvrage dresse un premier bilan de cette réflexion et propose deux scénarios d'évolution : l'un, tendanciel, mise sur la croissance économique dans un contexte où la préservation de l'environnement n'est pas une priorité ; l'autre, fondé sur les principes du développement durable, vise à nourrir la planète tout en préservant les écosystèmes. L'ouvrage présente, en outre, les repères statistiques pour la période 1961-2003 et l'outil de simulation Agribiom.



Paillard S., Treyer S., Dorin B., 2010. Agrimonde, scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050. Coll. Matière à débattre et décider, Quae, 296 p. (publié aussi en anglais)

Contact > Bruno Dorin, Montpellier, unité mixte Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (Cired)



Inter-Trop met en réseau les centres de ressources biologiques

Le projet Inter-Trop, lancé par le Cirad, l'Inra et l'IRD pour une durée de deux ans, doit fédérer les centres de ressources biologiques végétales tropicales au sein d'un réseau, à la fois garant de la qualité du matériel et de sa conservation. Installés ces dernières années en France et dans l'outre-mer, ces centres rassemblent les collections constituées dans le cadre de programmes de recherche ou de missions de prospection. Ce matériel végétal est à la base des projets de diversification, de création variétale et d'analyses de la diversité. Pour faciliter son utilisation, des outils de gestion et un portail web commun vont être développés. Ce réseau compte actuellement cinq centres : le centre Vatel à la Réunion, pour le vanillier, les aux tropicaux et les lontans ; les centres de ressources pour les caféiers de la Réunion et de Montpellier ; le centre de ressources sur le riz de Montpellier ; les collections de plantes pérennes de Guyane ; le centre sur les plantes tropicales de Guadeloupe et de Martinique pour l'ananas, les bananiers, les cannes à sucre, les ignames et les manguiers.

Contact > Roland Cottin, Montpellier,
Centre de ressources biologiques tropicales



La biodiversité au Cirad : 250 experts, 1/5 des publications

C'est ce qui ressort du bilan réalisé par le Cirad à l'occasion de l'année internationale de la biodiversité. Même si elle n'est pas affichée comme un axe stratégique de l'établissement, la biodiversité est au cœur de la plupart de ses activités. Sur la période 2000-2010, 2 000 de ses publications scientifiques ont eu un lien direct avec la biodiversité et 250 de ses scientifiques ont, aujourd'hui, une expertise en la matière.

Sécuriser les échanges de ressources biologiques

L'accès aux ressources génétiques et leur gestion sont au cœur des activités de recherche et de développement pour les pays du Sud. Le transfert de ces ressources pose des questions particulières et complexes. C'est pourquoi le Cirad développe une éthique, des lignes directrices et des méthodes pour assurer, en conformité avec les conventions internationales, des modalités de gestion et de valorisation de ces ressources.

La prise de conscience de la fragilité de l'environnement et l'évolution du droit international, qui met notamment en avant les droits des populations locales, posent depuis une quinzaine d'années des questions nouvelles pour les échanges de ressources génétiques. Ainsi, la Convention sur la diversité biologique de Rio, entrée en vigueur le 29 décembre 1993, énonce le principe de la souveraineté des Etats sur leurs ressources génétiques et leur impose des obligations de conservation, mais précise aussi les modalités d'accès et de partage, justes et équitables, des avantages découlant de l'utilisation de ces ressources. Les règles sanitaires de biosécurité lors du transfert de matériel biologique, qui visent à préserver les écosystèmes naturels et cultivés, sont fort nombreuses dans le domaine des végétaux et en plein essor pour les animaux et micro-organismes. Les biotechnologies et les espèces dites envahissantes soulèvent également des interrogations dans le domaine de la biosécurité.

Le Cirad, par sa vocation de recherche en coopération, se doit de respecter l'ensemble des règles de transfert des ressources biologiques, mais aussi d'œuvrer pour la préservation de la biodiversité.

Un code de conduite pour le transfert des ressources génétiques

Le Cirad s'est donc doté très tôt d'un code de conduite relatif au transfert des ressources génétiques grâce aux travaux menés dans les années 1990. Il a publié dès 2001 un *Vade-mecum sur le transfert des ressources biologiques*, qui explicite les règles du transfert de matériel biologique

et permet aux chercheurs de faire face aux questions complexes qui se posent lors de leur application. Il fournit en particulier des références utiles dans un cadre national non stabilisé. Ce document pratique, également disponible à l'extérieur du Cirad, reste encore aujourd'hui l'un des rares guides pour les chercheurs d'organismes scientifiques et d'universités françaises confrontés à des questions de transfert de ressources biologiques.

Deux logiciels pour déterminer le statut du matériel

Dans le prolongement de ces préoccupations, le Cirad a développé le logiciel Géné-PI d'aide à la détermination du statut des ressources génétiques et du type d'accord de transfert de matériel biologique (MTA) adapté à ce statut. Récemment, il a développé, à la demande de la FAO, une version internationale de ce logiciel, Gene-IT, adaptée à la mise en œuvre du Traité international sur les ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture de 2001. Ce logiciel d'aide à la rédaction des accords standards de transfert de matériel et au suivi des échanges de matériel biologique végétal existe en plusieurs versions linguistiques.

Le *Vade-mecum sur le transfert des ressources biologiques* et le logiciel Géné-PI sont régulièrement actualisés et leurs prochaines versions paraîtront dans le courant de l'année 2011. ■

Contact > Philippe Feldmann, Montpellier,
Comité des ressources biologiques

Gérard Matheron est nommé président

du Cirad



© M. Adell / Cirad

Le 30 juin 2010, Gérard Matheron, directeur général du Cirad depuis 2006, a été nommé président du Cirad par le conseil des ministres.

Il assure cette présidence dans le nouveau cadre d'organisation de l'établissement qui prévoit la fusion des fonctions de président et de directeur général.

Le Conseil scientifique du Cirad à Cotonou

Pour la deuxième fois en deux ans, le Conseil scientifique du Cirad s'est réuni en Afrique. La séance s'est tenue à Cotonou, au Bénin, du 27 au 29 mai 2010, dans le même temps que l'assemblée générale du Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricoles (Coraf). Au cœur de ce déplacement se trouve la question du partenariat, qui occupe une place centrale dans la stratégie du Cirad. Le partenariat est aussi l'une des priorités de la nouvelle mandature de son Conseil scientifique, présidée par le sociologue Bertrand Hervieu.

Placé auprès du directeur général, le conseil scientifique est consulté sur le contenu et les modalités d'exécution des programmes de recherche et d'étude ainsi que sur l'organisation de la recherche. Il formule des propositions sur l'orientation des recherches et les grandes stratégies de l'établissement en matière de recrutement, de formation, d'alliance et de déploiement géographique.

Contact > Jean-Louis Sarah, Montpellier, Direction générale déléguée à la recherche et à la stratégie



Formation en biotechnologies : le Cirad s'engage auprès des universités africaines

Le Cirad poursuit sa politique de développement de collaborations universitaires qui donnent lieu à de nouvelles formes d'intervention en particulier par l'utilisation des technologies de formation à distance. Deux formations en biotechnologies végétales, conçues avec des universités d'Afrique de l'Ouest et des établissements français, illustrent l'engagement du Cirad dans ce domaine.

Enseigner les biotechnologies en Afrique

Les biotechnologies sont désormais indispensables au sélectionneur, mais, dans les pays du Sud, elles sont encore peu enseignées faute de moyens. C'est pourquoi le Cirad soutient depuis 2007 l'initiative Sudbiotech. Elle a permis déjà d'organiser deux ateliers annuels sur les biotechnologies végétales, l'un à l'université de Ouagadougou, l'autre à l'université de Cotonou. Fondée sur un programme multidisciplinaire, cette formation intègre les différentes facettes des biotechnologies en les adaptant spécifiquement à leur utilisation par les communautés du Sud. Son objectif est de former étudiants, chercheurs, décideurs et professionnels à ces techniques, en insistant sur les aspects pratiques afin de favoriser leur appropriation. Le programme comprend 60 heures de cours et de travaux pratiques, dispensées par des enseignants-chercheurs aux compétences complémentaires, et une session de préparation à la carrière de chercheur, dans la perspective d'une mobilité internationale. Enfin, les supports pédagogiques produits dans le cadre de Sudbiotech, cédés aux institutions partenaires, servent à leurs équipes pédagogiques pour renouveler leurs enseignements en sciences du végétal. Le projet se prolongera par la création d'une mallette pédagogique d'introduction aux biotechnologies végétales, qui rassemblera les supports audiovisuels des cours et les équipements indispensables aux expérimentations de base en biochimie et biologie moléculaire.

Contact > Alain Rival, Montpellier, unité mixte Diversité, adaptation et développement des plantes (Diade)

Partenaires > Agence universitaire de la francophonie (AUF), Université Paris-Sud, Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

Rival A. et al., 2010. Sudbiotech-Bénin : un module de formation intégrée en biotechnologie végétale. In : XII^{es} Journées scientifiques du réseau Bioveg, AUF, Cluj-Napca, Roumanie, septembre 2010

Le Cirad, partenaire du master international de biotechnologies tropicales

Le master international de biotechnologies tropicales, MIBioT, est une initiative originale. Il propose, en effet, un enseignement d'excellence à distance, grâce à des outils de formation spécifiques et en mobilisant les compétences en biotechnologie et en biosécurité qui existent chez tous les partenaires de la formation, en Afrique de l'Ouest et en France. Sept universités africaines et quatre partenaires français — le Cirad, l'IRD, l'université Montpellier 2 et Montpellier SupAgro — y participent.

Chaque université délivre un diplôme affichant le label MIBioT, tout comme l'ensemble des établissements d'enseignement. La démarche de formation, ouverte et à distance, et la place essentielle donnée aux phases d'apprentissage collectif autorisent la construction d'un projet structurant dans un espace géographique, économique et scientifique commun à tous. Ce master vient compléter l'offre de formation des universités participantes, mais aussi l'offre internationale dans ce domaine.

Contact > Nadine Zakhia, Montpellier, Délégation à l'enseignement supérieur et à la formation

Les sept universités d'Afrique de l'Ouest participant au master MIBioT.

Ouagadougou (UO),
Burkina Faso

Nouakchott (UN),
Mauritanie

Cheikh Anta Diop
(UCAD), Sénégal

Bamako (UB), Mali

Abobo-Adjamé
(UAA), Côte d'Ivoire

Abomey Calavi
(UAC), Bénin

Abdou Moumouni
(UAM), Niger

Des outils collectifs de recherche ouverts à la communauté scientifique

Pour mener à bien leurs projets de recherche, le Cirad et ses partenaires font appel à des équipements et des infrastructures de plus en plus pointus, à des collections de ressources biologiques rares, à des moyens d'observation et d'expérimentation à long terme. Ces outils de recherche sont coûteux et requièrent un personnel technique hautement spécialisé, c'est pourquoi la tendance est à leur mutualisation au sein d'infrastructures ouvertes.

Le Cirad participe à la stratégie nationale et européenne de développement d'infrastructures de recherche collectives, qui permet à la communauté scientifique d'accéder à des ressources biologiques, scientifiques et techniques originales et de haut niveau. Par son intermédiaire, ces outils collectifs peu-

vent être utilisés par ses partenaires du Sud dans le cadre de projets ou de formations

Ces infrastructures de recherche sont financées et gérées collectivement au sein de plateformes scientifiques, de centres de ressources biologiques et de systèmes d'observation et d'expérimentation in situ. Selon leur portée et leur structuration, elles peuvent être reconnues, labellisées et recevoir un soutien régional, voire national. Le label Ibisa, par exemple, reconnaît l'intérêt national d'une plateforme en sciences du vivant ou d'un centre de ressources biologiques, et le label Soere est attribué par l'Alliance nationale pour la recherche sur l'environnement aux systèmes d'observation et d'expérimentation pour la recherche sur l'environnement. Plusieurs des infrastructures gérées par le Cirad ont obtenu

ces labels. C'est le cas de la plateforme de la Réunion pour l'expérimentation végétale, du plateau d'histocytologie et d'imagerie végétale de Montpellier, de trois centres de ressources biologiques tropicales, aux Antilles, à Montpellier et à la Réunion, et de l'observatoire de recherche en environnement Guyafor. Ils font ainsi partie des biens communs accessibles selon des règles transparentes à la communauté scientifique.

Fédérés et soutenus par la direction générale, ces outils collectifs de recherche devraient se développer dans les années à venir, en France métropolitaine et dans l'outre-mer français, et inclure progressivement les dispositifs prioritaires à l'étranger.

Contact > Cathy Grevesse, Montpellier, Direction générale déléguée à la recherche et à la stratégie

Visacane, la quarantaine de canne à sucre

La canne à sucre étant généralement multipliée par boutures, les risques de propagation d'agents pathogènes et de ravageurs sont importants lors du transfert de matériel végétal d'un lieu à un autre. Afin d'éliminer ces risques lors des échanges entre pays producteurs, le Cirad a mis en place, dans les années 1970, une quarantaine de canne à sucre. Située à Montpellier, en dehors des zones de production cannière, elle est intégrée à une unité mixte de recherche en phytopathologie qui travaille sur la variabilité des agents pathogènes et sur l'émergence de nouvelles maladies. Les variétés sont observées pendant deux cycles de culture et tout est mis en œuvre pour détecter la présence éventuelle d'agents pathogènes et pour les éliminer.

Récemment baptisée « Visacane », la quarantaine fournit aujourd'hui des variétés saines aux producteurs et aux centres de création variétale, dans le monde entier. Elle permet aussi aux centres de recherche d'échanger des ressources génétiques dans d'excellentes conditions sanitaires. Elle veille au respect des droits de propriété



© T. Erwin / Cirad

intellectuelle des obtenteurs du matériel végétal reçu et transféré. A ce jour, plus de 4 000 variétés de canne à sucre ont transité par Montpellier.

Contact > Jean-Claude Girard, Isabelle Guinet, Montpellier, unité mixte Biologie et génétique des interactions plantes-parasites (BGPI)

<http://visacane.cirad.fr>

Refuge, une plateforme d'accueil et de formation

Refuge est une plateforme internationale d'accueil de chercheurs, qui permet aux scientifiques de tous horizons d'élucider la fonction des gènes qu'ils étudient en utilisant le riz comme système modèle. Elle

a été créée pour mettre à leur disposition les savoir-faire et les ressources présents à Montpellier dans le domaine de la génomique fonctionnelle du riz. Financée par Agropolis fondation, cette plateforme propose une formation et un accueil étendu et professionnalisé aux chercheurs, techniciens et étudiants qu'elle accompagne dans leurs recherches. L'objectif est, notamment pour les scientifiques du Sud, de compléter leurs travaux afin d'accéder à des publications de haut niveau et de répondre plus efficacement aux appels d'offres régionaux et internationaux.

Contact > Delphine Mieulet, Montpellier, unité mixte Amélioration génétique et adaptation des plantes (Agap)

www.refuge-platform.org



© D. Mieulet / Cirad

La recherche en sciences sociales en Nouvelle-Calédonie : dix ans d'un partenariat original

La Nouvelle-Calédonie est engagée depuis 1988 dans un processus de décolonisation négociée, dans lequel la recherche joue un rôle important. Le pays s'est ainsi doté en 2000 d'un institut agronomique, l'IAC, dont le Cirad est un partenaire privilégié. Depuis dix ans, le Cirad et l'IAC développent des recherches sur les stratégies des ménages ruraux, sur les liens entre activités minières et agriculture, mais aussi sur les politiques publiques originales mises en œuvre dans ce processus d'émancipation.



Agriculteur devant un champ semencier dédié à la préservation des clones d'ignames Tiouande de la tribu de Tiwaé. © C. Gaillard/IAC

En matière de recherche, des dispositions de la Loi organique de 1999 (art. 4) prévoient que le Gouvernement « est consulté sur les contrats entre l'État et les organismes de recherche établis en Nouvelle-Calédonie [et] peut conclure des conventions d'objectifs et d'orientation avec ces organismes ». L'Institut agronomique néo-calédonien (IAC), établissement public géré et financé par les nouvelles collectivités locales et l'État, est créé en 2000 afin de conduire des recherches finalisées pour le développement agricole et rural et participer à la formation de scientifiques. Un accord-cadre précise alors ses partenariats et confie au Cirad une mission d'appui scientifique.

Dans le domaine des sciences sociales, le Cirad participe à un programme de recherche sur les systèmes ruraux et le développement local, redessiné à partir de 2006 autour de l'analyse des politiques publiques pour la ruralité. Installée dans le nord du pays, l'équipe, qui associe chercheurs locaux et expatriés, mène des expertises en développement local et en évaluation des politiques publiques. Elle conduit également des recherches finalisées sur l'impact des activités minières sur la ruralité, sur les dimensions non marchandes du développement et sur l'analyse de l'action publique, avec notamment une participation au programme agriculture et développement durable de l'Agence nationale de la recherche. Elle dispense des formations dans le cadre d'un master professionnel avec l'université de la Nouvelle-Calédonie.

Le comité externe qui a évalué à trois reprises les travaux de l'IAC souligne la lisibilité du programme et sa reconnaissance académique, mais aussi sa contribution aux débats locaux sur le devenir de la ruralité et, plus largement, sur les modèles alternatifs de développement dans l'émancipation. L'IAC et le Cirad sont par ailleurs engagés, pour 2011 et 2012, dans d'importantes enquêtes qui visent à caractériser la transition agricole à l'œuvre en Nouvelle-Calédonie.

Contact > Jean-Michel Sourisseau, Montpellier, unité mixte Acteurs, ressources et territoires dans le développement [Art-Dev]

Partenaire > Institut agronomique néo-calédonien (IAC)

Sourisseau J.M. et al., 2010. A la recherche des politiques rurales en Nouvelle-Calédonie : trajectoires des institutions et représentations locales des enjeux de développement (1853-2004). IAC éditions, Etudes et synthèses, 120 p.

L'accréditation du laboratoire de préservation des bois renouvelée

Le laboratoire de préservation des bois du Cirad a obtenu en 2010 le renouvellement de son accréditation par le Cofrac pour ses

essais sur la durabilité du bois et de ses dérivés et sur l'efficacité des produits de préservation et des barrières antitermites.

La démarche qualité mise en place au laboratoire de préservation des bois se justifie par la nature même des essais qui y sont réalisés, qu'ils soient conduits dans le cadre de projets de recherche ou à la demande d'opérateurs privés. De tous les essais de caractérisation des bois, les essais de résistance aux agents biologiques de détérioration sont les plus délicats. Ils visent en effet à évaluer et à quantifier l'impact d'organismes vivants, comme les champignons et les termites, sur un matériau lignocellulosique. On apprécie facilement l'importance de la variabilité de cet impact lié lui-même à la diversité de ces organismes et du matériau. En conséquence, la validité et la fiabilité des résultats dépendent directement de la qualité de la démarche expérimentale et de la rigueur avec laquelle les procédures d'essais normalisées sont suivies.

En septembre 2010, le laboratoire vient de voir son accréditation (n° 1-1686) renouvelée par le Cofrac (Comité français d'accréditation) selon le référentiel concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais (Iso 17025). Cette accréditation porte sur huit essais relatifs à la durabilité du bois et de ses dérivés, et sur l'efficacité des produits de préservation du bois et des barrières antitermites.

Premier laboratoire du Cirad accrédité en 2006, le laboratoire de préservation des bois est aujourd'hui reconnu pour ses compétences techniques par la communauté scientifique internationale et par les professionnels du secteur. Sur le plan de l'expertise et de la réponse aux appels d'offres des projets européens, cette accréditation est un formidable outil pour attester des compétences du laboratoire auprès des partenaires de recherche.

Enfin, la démarche qualité s'inscrit sur le long terme avec une amélioration continue des pratiques et un développement régulier du champ d'application. Une extension de cette démarche à d'autres essais normalisés et à la conception de méthodes est envisagée dans le prochain cycle d'accréditation. Elle permettra notamment de valoriser l'expérience acquise dans l'élaboration ou l'adaptation de méthodes expérimentales et la recherche prénormative.

Contact > Luc Martin, Montpellier, unité Production et valorisation des bois tropicaux et méditerranéens



Propriété agricole au Pérou.
© P. Sist/Cirad

axe 1 \ intensification écologique

Inventer de nouvelles
agricultures
qui optimisent
les rendements et
préservent la biodiversité

ACCORDS, PARTENARIATS

Global Rice Scientific Partnership : les chercheurs du Cirad et de l'IRD participent au premier mégaprogramme du Consortium mondial de la recherche agricole pour le développement, lancé officiellement le 10 novembre lors de la troisième conférence internationale sur le riz.

L'Académie d'agriculture du Yunnan (Chine) et le Cirad ont inscrit l'agroécologie au cœur du renouvellement de leur accord, axé sur le riz et la canne à sucre depuis près de dix ans.

En Indonésie, le Cirad a signé un nouveau programme quinquennal de coopération avec l'IAARD, Agence indonésienne de la recherche et du développement pour l'agriculture : sécurité alimentaire, intensification écologique et formation.

Au Brésil, le premier riz hybride né de la collaboration Cirad-Embrapa est en phase de commercialisation. La production à coût réduit des semences de ce riz irrigué de haute qualité bénéficie de plusieurs innovations.

COMMUNICATION, COLLOQUES

Le Salon international de l'agriculture, en mars, a été l'occasion pour le Cirad de présenter l'intensification écologique. Outre les nombreux documents produits et le stand, deux tables rondes ont été organisées sur le thème : L'agriculture écologiquement intensive, une utopie ?

Agro2010, première semaine internationale de l'agronomie organisée par l'Esa, Société européenne d'agronomie, en septembre, à Montpellier, avait mis l'intensification écologique à l'honneur. Agropolis Fondation et de nombreux partenaires scientifiques et territoriaux soutenaient cette manifestation.

Ecologie 2010, premier colloque national d'écologie scientifique, a eu lieu à Montpellier en septembre. Le Cirad y a organisé deux sessions : l'une sur les modèles hiérarchiques spatiotemporels, l'autre sur les conséquences écologiques et socio-économiques des introductions d'espèces.

L'Odeadom, Office pour le développement de l'économie agricole d'outre-mer, et le Cirad ont fait le point, en juin, sur l'état du marché de la banane. **Le salon Planète mode d'emploi**, à Paris, en décembre, a été l'occasion pour le Cirad et l'Union des groupements de producteurs de bananes de Guadeloupe et Martinique d'exposer les recherches sur la filière de la banane aux Antilles. **L'Acorbat**, Association pour la coopération dans la recherche et le développement intégral des musacées (banane et banane-plantain), dont le Cirad est membre actif, a organisé son congrès 2010 en Colombie. Ce congrès est un événement très suivi par toute la filière de la banane.

Palmier à huile et développement durable : un cahier spécial de la revue *Oléagineux Corps gras Lipides* (novembre-décembre 2010), dont le Cirad est partenaire, a l'ambition d'éclairer cette problématique. Le Cirad a également coorganisé en Indonésie, en février, **Icope 2010**, deuxième Conférence internationale sur le palmier à huile et l'environnement. Un symposium international sur la biologie des palmiers, **Palms 2010**, a été accueilli à Montpellier par le Cirad et l'IRD, avec le soutien d'Agropolis Fondation, de la région Languedoc-Roussillon et de Montpellier Agglomération.

Le **Guide de production intégrée des mangues à la Réunion** réunit l'ensemble des connaissances utiles issues du projet « Approche intégrée de la filière de la mangue à la Réunion » : évolutions des standards, filière de la mangue du local à l'international, fonctionnement et culture du manguier, préservation de la qualité du fruit après la récolte.

L'avenir du caoutchouc naturel, et notamment de ses sources, a été discuté au colloque organisé par le consortium EU-Pearls (Production and exploitation of alternative rubber and latex sources) et le Cirad à Montpellier, en octobre.

L'Asic, Association pour la science et l'Information sur le café, dont le Cirad est membre, a tenu sa 23^e conférence en Indonésie, en octobre, organisée par l'Iccri, Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute. Les deux thèmes étaient : la consommation de café et la santé humaine ; le changement climatique et la production durable.

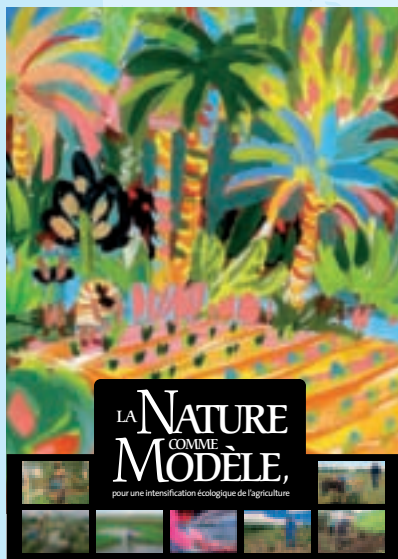
Elevage innovant dans un monde changeant : tel était le thème de la conférence Sapt 2010, Sustainable Animal Production in the Tropics, coorganisée par le Cirad, en novembre, à la Guadeloupe.

Le 13^e congrès européen d'aviculture à Tours, en août, était organisé par la branche française de la World's Poultry Science Association (WPSA) avec le soutien de l'Afssa, du Cirad, de la FAO, de l'Inra et de l'Itavi.

Au Brésil, le premier séminaire sur la **bio-informatique en génétique** organisé par le Ciba, Consortium international en biologie avancée, un dispositif prioritaire de recherche en partenariat du Cirad au Brésil, s'est tenu en novembre.

Le réseau d'excellence européen Endure, Diversifying Crop Protection, a présenté ses résultats à Paris, en novembre, lors de son colloque de clôture, à tous les acteurs de la protection intégrée des cultures. Un rapport concret, accessible à tous, est disponible sur le site d'Endure.

Les bactéries pathogènes des plantes étaient l'objet de la Conférence internationale ICCPB 2010, organisée à la Réunion par le Cirad, l'Inra, l'IRD et l'université de la Réunion en juin.



Décrypter le génome du cacaoyer

Un consortium international d'une soixantaine de partenaires coordonné par le Cirad vient de séquencer le génome d'une variété de cacaoyer Criollo collectée au Belize. Ces travaux vont accélérer les études sur le cacaoyer et son amélioration, avec à la clé de nouvelles variétés productives, résistantes aux maladies et dotées d'excellentes qualités aromatiques.



Semis de jeunes cacaoyers.
© C. Lanaud/Cirad

L'ICGS (International Cocoa Genome Sequencing Consortium) a séquencé le génome du cacaoyer, *Theobroma cacao*, et en a effectué les premières analyses détaillées. Les travaux ont porté sur un cacaoyer Criollo collecté au Belize, qui pourrait descendre des premiers cacaoyers domestiqués par les Mayas il y a plus de 2 000 ans et qui produit un chocolat fin d'excellente qualité.

Une séquence représentative de 87 % du génome

En combinant plusieurs techniques de séquençage de nouvelle génération, il a été possible de produire une

séquence assemblée de haute qualité, qui comprend 28 798 gènes codant des protéines et qui rassemble 98 % des gènes exprimés chez le cacaoyer. L'assemblage correspond désormais à 87 % du génome total de 430 mégabases. Une carte génétique de très haute densité, qui compte 1 259 marqueurs, a été construite afin d'y aligner la séquence assemblée et de reconstituer les séquences chromosomiques ; 75 % du génome a pu y être ancré.

Les premières analyses de ce génome ont été réalisées sur quelques familles de gènes potentiellement impliqués dans la qualité du chocolat et la résistance aux maladies, deux critères essentiels pour la création variétale.

Préserver la qualité du chocolat

La qualité du chocolat résulte d'un processus complexe, qui fait intervenir plusieurs classes de composés biochimiques. Parmi ceux-ci, les polyphénols jouent un rôle capital. L'analyse de la séquence du cacaoyer révèle l'existence de 96 gènes intervenant dans la biosynthèse de ces composés et, parmi eux, une famille de gènes particulièrement surreprésentée chez le cacaoyer par rapport aux autres espèces.

L'analyse des gènes impliqués dans la biosynthèse du beurre de cacao, qui constitue environ 50 % du poids sec des fèves, et des terpènes, composés

Contact >
Claire Lanaud,
Xavier Argout,
Montpellier,
unité mixte
Amélioration
génétique
et adaptation
des plantes
[Agap]

à l'origine de nombreuses saveurs aromatiques, témoigne là encore de la présence de familles particulières de gènes, comme ceux codant le linéol. Ces gènes pourraient jouer un rôle clé dans les propriétés technologiques et aromatiques du chocolat.

Identifier des gènes de résistance aux maladies

Les maladies fongiques, particulièrement dévastatrices pour la production, sont responsables de près de 30 % de perte de récolte. C'est pourquoi la recherche d'une résistance durable est l'un des premiers objectifs de la sélection.

L'analyse détaillée de deux des principales familles de gènes de résistance connues dans le monde végétal a déjà permis d'identifier des gènes potentiellement impliqués dans les mécanismes de résistance du cacaoyer aux maladies fongiques. Ils feront prochainement l'objet d'études plus approfondies.

L'analyse de cette séquence a aussi permis de retracer l'histoire évolutive du cacaoyer dont le génome, tout comme celui de la vigne, est très proche de l'ancêtre commun aux dicotylédones. Le cacaoyer pourrait donc constituer un nouveau modèle simple pour étudier les processus d'évolution. ■

Argout X. et al., 2011. The genome of *Theobroma cacao*. *Nature Genetics*, 43 : 101-108. Doi : 10.1038/ng.736



Les cacaoyers Criollo produisent un chocolat d'excellente qualité. © C. Lanaud/Cirad

Partenaires >

Institut national de la recherche agronomique (Inra), Genoscope, Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Commissariat à l'énergie atomique (CNG-CEA), Universités d'Evry et de Perpignan, Valrhona, Penn State University (Etats-Unis), University of Arizona (Etats-Unis), Cold Spring Harbor Laboratory (Etats-Unis), Centre national de la recherche agronomique (CNRA, Côte d'Ivoire), Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira (Ceplac, Brésil), Centro Nacional de Biotecnología Agrícola (Venezuela), University of West Indies (CRU, Trinité-et-Tobago)



Criollo de la plantation Pedregal au Venezuela. © C. Lanaud/Cirad

L'International Cocoa Genome Sequencing Consortium est coordonné par le Cirad et composé de scientifiques appartenant à une vingtaine d'institutions de six pays (France, Etats-Unis, Côte d'Ivoire, Brésil, Venezuela et Trinité-et-Tobago). Il est financé par plusieurs institutions publiques et privées de France (Cirad, Agropolis Fondation, Valrhona, Région Languedoc-Roussillon, ANR), mais aussi des Etats-Unis et du Venezuela.

Les séquences du génome total du cacaoyer sont déposées dans la banque de gènes EMBL et la base de données DDBJ sous les numéros d'accès CACC01000001 à CACC01025912 (<http://cocoagendb.cirad.fr>).

L'histoire évolutive du karité en Afrique soudano-sahélienne

Le karité est un arbre fruitier d'Afrique soudano-sahélienne. Le « beurre » extrait de ses graines est une source majeure de matière grasse et offre une réelle opportunité de développement pour cette région. Pour mieux conserver et exploiter cette espèce, le Cirad et ses partenaires africains ont lancé une vaste étude sur sa diversité et sa domestication. En combinant exploration génétique et analyse chimique, il a ainsi dressé un premier tableau de son histoire.

Le karité (*Vitellaria paradoxa*) est exploité depuis près de 3 000 ans en Afrique de l'Ouest. Selon des études fondées sur les caractères morphologiques des peuplements de cette région, il aurait fait l'objet d'une semi-domestication sur le plateau Mossi, au Burkina Faso. Sa diversité et sa domestication viennent d'être analysées en utilisant des marqueurs moléculaires neutres et en étudiant la variabilité des constituants chimiques des graines et des gènes impliqués dans leur biosynthèse.

Migration, refuges glaciaires et expansion démographique

Les marqueurs moléculaires neutres indiquent que le karité serait originaire d'Afrique de l'Ouest, d'où il aurait ensuite migré pour atteindre l'est du continent. Grâce à ces marqueurs, on distingue trois groupes génétiques, qui correspondent à

l'ouest, au centre et à l'est de l'Afrique subsaharienne. La modélisation des aires de distribution du karité au dernier maximum glaciaire, il y a 20 000 ans, permet de comprendre la divergence de ces groupes. A cette époque, la distribution de l'espèce est continue en Afrique de l'Ouest, alors qu'elle est fragmentée autour du lac Tchad et dans le nord de l'Ouganda. La simulation de scénarios évolutifs par coalescence montre une expansion démographique en Afrique de l'Ouest, qui serait due à l'apparition d'un climat favorable ou à l'impact positif de la domestication par l'homme.

Contact >
François Allal,
Pointe-Noire,
unité mixte
Amélioration
génétique
et adaptation
des plantes
(Agap)

Karités
dans le nord
du Ghana.
© F. Allal/Cirad

Variations chimiques des graines et polymorphisme des gènes

L'analyse de la composition en acides gras des graines de karité révèle des différences significatives entre les groupes génétiques : les graines d'Afrique de l'Ouest sont riches en acide stéarique (acide gras saturé) et produisent des beurres solides à température ambiante ; celles d'Afrique orientale sont riches en acide oléique (acide gras insaturé) et produisent une matière grasse liquide. L'analyse du polymorphisme du gène *SAD* (stéaroyl-ACP-désaturase), qui code l'enzyme clé de la transformation de l'acide stéarique en acide oléique, révèle une duplication du gène chez le karité. Pour les provenances d'Afrique de l'Est, cette duplication entraîne la production de deux protéines *SAD* fonctionnelles. En revanche pour les provenances d'Afrique de l'Ouest, l'un des deux



Fruits du karité arrivés à maturité, Ghana. © F. Allal/Cirad

gènes *SAD* présente une modification, qui conduit à la formation d'une protéine tronquée, non fonctionnelle. Cette observation pourrait donc expliquer les différences chimiques entre les provenances, alors que la divergence évolutive entre les groupes résulterait de la dérive génétique révélée par les marqueurs neutres. L'étude du polymorphisme des gènes *SAD* suggère, cependant,

qu'en Afrique de l'Ouest les individus porteurs du gène déficient pourraient avoir été retenus par sélection naturelle pour répondre aux contraintes environnementales de la région. Enfin, il est possible que le caractère de dureté du beurre, donc de forte teneur en acide stéarique, ait été sélectionné par l'homme au cours du processus de domestication de l'espèce en Afrique de l'Ouest. ■

Partenaires >
Institut d'économie rurale (IER, Mali), Makerere University (Ouganda), Institut de l'environnement et des recherches agricoles (Inera, Burkina Faso), Institut sénégalais de recherches agricoles (Isra, Sénégal), University for Development Studies (Ghana)

Allal F. et al., 2010. Past climate changes explain the phylogeography of *Vitellaria paradoxa* over Africa. *Heredity*. (sous presse)

Reconstituer la croissance de méristèmes à partir de l'imagerie cellulaire

Deux équipes du Cirad et leurs partenaires viennent de montrer qu'il est possible d'automatiser la reconnaissance des cellules de méristème, un groupe de cellules produisant tous les organes de la plante, en trois dimensions et de suivre leur division et leur croissance au cours du temps, à partir d'images en microscopie laser et d'algorithmes appropriés. Ce travail, réalisé dans le cadre d'une étude sur la croissance des méristèmes végétaux à l'échelle tissulaire, se situe à l'interface de l'imagerie cellulaire et du traitement mathématique de l'image. Il représente un progrès sensible pour toute la communauté des biologistes car il lève un verrou majeur sur le chemin de la compréhension du développement des organismes végétaux et du rôle de la composante cellulaire dans la croissance et l'acquisition de la forme définitive des organes. Les applications potentielles de cette nouvelle méthodologie sont nombreuses, notamment pour l'étude de l'influence de l'environnement et

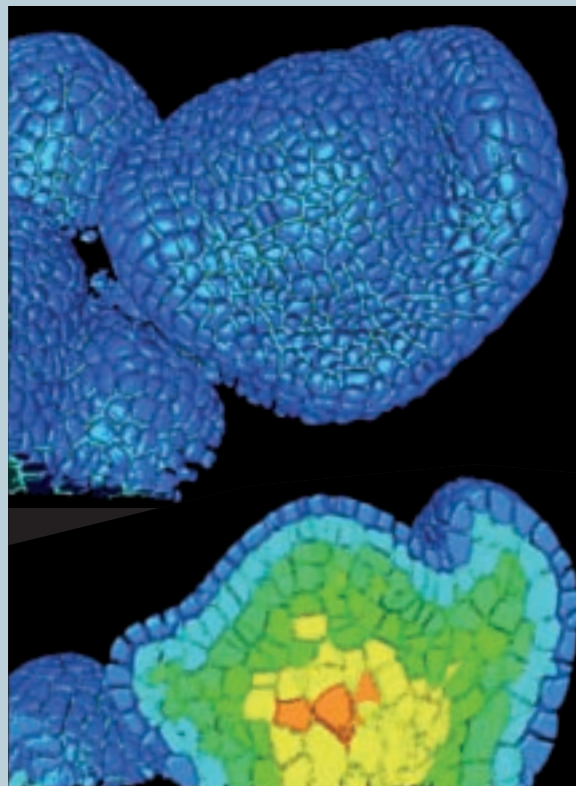
de la génétique sur le développement des plantes.

Contact > Christophe Godin, Montpellier, unité mixte Amélioration génétique et adaptation des plantes (Agap)

Partenaires > Ecole normale supérieure de Lyon (ENS-Lyon), Institut national de recherche en informatique et automatique (Inria), Institut national de la recherche agronomique (Inra), Région Languedoc-Roussillon, Agence nationale de la recherche (ANR)

Fernandez R. et al., 2010. Imaging plant growth in 4D: Robust tissue reconstruction and lineaging at cell resolution. *Nature Methods*, 7 : 547-553.

Reconstruction numérique tridimensionnelle d'un méristème floral (*Arabidopsis thaliana*) observé en microscopie confocale. Les cellules ont été segmentées automatiquement à l'aide d'une chaîne de traitements algorithmiques. On observe sur la figure du bas la segmentation à l'intérieur des tissus, montrant les différentes couches cellulaires en fausses couleurs.



L'intensification écologique dans les vergers : des plantes de couverture pour lutter contre les adventices

Dans les zones tropicales humides, comme à la Martinique, le contrôle de l'enherbement des vergers est essentiel, mais difficile à gérer sans herbicides, en particulier dans les zones non mécanisables et quand la main-d'œuvre est coûteuse. L'introduction de plantes de couverture constitue dès lors une solution potentielle. Dans le cadre d'une démarche agroécologique, une équipe du Cirad vient de mettre au point une méthode pour identifier les plantes de couverture les mieux adaptées aux vergers d'agrumes martiniquais.

Qu'il s'agisse des régions tropicales ou tempérées, réduire l'utilisation des pesticides est devenu une priorité dans les systèmes intensifs. En réintroduisant de la diversité biologique dans les systèmes monoculturels, on peut renforcer les contrôles biologiques, réduire voire supprimer les intrants chimiques et limiter l'érosion et le ruissellement. C'est sur cette hypothèse que le Cirad a lancé une étude pour identifier les plantes de couverture les mieux à même de réguler les adventices dans les vergers d'agrumes de la Martinique.

Portrait-robot d'une plante de couverture idéale

Une grille d'évaluation multicritères a été construite pour sélectionner une plante de couverture idéale. Les caractéristiques des espèces ont tout d'abord été définies en fonction des conditions climatiques, des risques d'introduction d'espèces potentiellement invasives et de la disponibilité commerciale des semences. Les autres caractéristiques ont ensuite été déterminées en fonction des services agronomiques et écologiques attendus : capacité à contrôler les adventices, faible compétitivité par rapport à la culture principale pour l'eau et les éléments minéraux, effet positif éventuel sur la nutrition, statut d'hôte de ravageurs et d'auxiliaires.

D'un point de vue fonctionnel, la plante de couverture doit aussi s'intégrer au système de culture, et couvrir rapidement le sol en produisant peu de biomasse.

Plante unique ou mélange d'espèces

Cette grille a permis de sélectionner un petit nombre de plantes adaptées : des graminées, comme *Urochloa mozambicensis* et trois espèces du genre *Paspalum*, et des légumineuses non volubiles appartenant à la flore locale, comme *Alysicarpus vaginalis*, *Desmodium barbatum* et *D. triflorum*.

La grille multicritères a été conçue comme un outil générique qui puisse

Partenaires >
Universidad de Ciego de Avila (Unica, Cuba), Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT, Cuba), Fédération régionale de défense contre les organismes nuisibles de la Martinique (Fredon), Station d'essais en cultures irriguées (Seci, Martinique)

être aisément adapté à différents systèmes de culture. Cependant, il semble difficile de réunir toutes les caractéristiques favorables dans une seule plante et les travaux s'orientent désormais vers les mélanges d'espèces associant leurs traits fonctionnels dans un couvert herbacé composite. ■

Contact > Christian Lavigne, Le Lamentin, Martinique, unité Fonctionnement agroécologique et performances des systèmes de culture horticoles

Lesueur-Jannoyer M. et al., 2010. Choosing cover crops to enhance ecological services in orchards: a multiple criteria and systemic approach applied to tropical areas. *Procedia Environmental Sciences*. (sous presse)

Vergers de mandariniers.
© F. Le Bellec/Cirad



Les cycles nutritifs des plantations d'eucalyptus au Brésil et au Congo

La plupart des plantations industrielles d'eucalyptus du Brésil produisent près de deux fois plus de bois que celles du Congo. Le climat, le sol et les pratiques sylvicoles sont responsables de ces disparités. En quantifiant les flux d'éléments nutritifs au cours d'une rotation complète, il a été possible d'identifier les principaux processus contrôlant la production de ces plantations. Ces résultats pourraient avoir des répercussions importantes sur la fertilisation des plantations tropicales d'eucalyptus.

La production de bois des plantations industrielles d'eucalyptus est d'environ 25 mètres cubes par hectare et par an au Congo alors qu'elle atteint près du double au Brésil. Pour identifier les facteurs responsables de ces variations, le Cirad mène des travaux en biogéochimie et en écophysiologie dans ces deux pays.

L'azote, premier facteur limitant au Congo

Les fortes disparités de climat et de sol, mais aussi de sylviculture, expliquent ces productions très contrastées. Au Congo, le climat est moins favorable, avec une saison sèche marquée et des rayonnements incidents relativement faibles, le sol est plus sableux et la sylviculture est moins intensive.

Les flux d'éléments nutritifs ont été suivis au cours d'une rotation complète dans les deux situations afin d'évaluer l'influence des apports de nutriments sur le fonctionnement des plantations. Au Congo, le comportement biogéochimique est différent dans la savane d'origine et en plantations d'eucalyptus, mais les bilans minéraux dans les sols sont relativement équilibrés dans les deux écosystèmes, sauf pour l'azote dans les plantations d'eucalyptus. Ce déséquilibre est dû aux fortes exportations d'azote avec la biomasse, qui ne sont pas compensées par des fertilisations suffisantes. Cette situation entraîne

un déficit d'environ 100 kilos d'azote par hectare et par rotation, qui peut compromettre la pérennité des plantations d'eucalyptus du Congo.

Réduire la fertilisation

Les pertes d'éléments nutritifs par drainage profond sont, quant à elles, très faibles tout au long de la rotation et inférieures aux apports atmosphériques dans les deux situations étudiées. Le développement racinaire en profondeur des eucalyptus, dont la vitesse est du même ordre que celle de la croissance en hauteur, permet aux arbres de bénéficier de l'eau stockée dans les couches profondes du sol après la coupe rase. Les résultats montrent aussi que les eucalyptus répondent positivement à l'apport de sodium lorsque les teneurs en potassium dans le sol sont très faibles, ce qui présente un intérêt économique considérable et pourrait réduire les coûts de fertilisation.

L'introduction de légumineuses dans ces plantations à croissance rapide est aussi envisagée pour réduire les apports d'engrais azotés et stabiliser voire augmenter les productions des rotations successives. En 2004, un réseau d'expérimentations a été installé sur cinq sites au Brésil et au Congo afin d'évaluer le comportement de plantations monospécifiques et mixtes d'eucalyptus et d'acacias fixateurs d'azote en fonction du climat et du type de sol. Les sites étudiés présentent des disponibilités



Dispositif expérimental d'exclusion de pluie installé dans une expérimentation de fertilisation d'*Eucalyptus* au Brésil. © J.P. Laclau/Cirad

contrastées en azote et en phosphore, et la croissance des eucalyptus est fortement limitée par l'azote au Congo et par le phosphore au Brésil. Des mesures isotopiques montrent que la fixation symbiotique satisfait près de 60 % des besoins en azote des acacias plantés en mélange avec des eucalyptus au Brésil et plus de 90 % au Congo. D'autres études ont débuté au Brésil afin d'évaluer les interactions entre disponibilités en eau et en nutriments sur le fonctionnement de ces plantations. ■

Partenaires >
Centre de recherche sur la durabilité et la productivité des plantations industrielles (CRDPI, Congo), Université de São Paulo (Brésil), Institut national de la recherche agronomique (Inra)

Contact > Jean-Paul Laclau, São Paulo, unité mixte Ecologie fonctionnelle et biogéochimie des sols et des agrosystèmes (Eco-Sols)

Laclau J.P. et al., 2010. Biogeochemical cycles of nutrients in tropical *Eucalyptus* plantations: Main features shown by intensive monitoring in Congo and Brazil. *Forest Ecology and Management*, 259 : 1771-1785.

Régénérer l'arganeraie marocaine

L'arganier (*Argania spinosa*) est un arbre endémique du Maroc, utilisé pour l'alimentation des hommes et des animaux, mais aussi en médecine et en cosmétique. Dans le sud-ouest du Maroc, ses peuplements naturels sont en constante diminution, et sa régénération est compromise. Pour rajeunir cette arganeraie vieillissante, le Cirad et ses partenaires marocains ont développé des techniques de multiplication végétative en forêt et en pépinière. Le bouturage, le greffage et principalement le marcottage aérien ont permis de cloner 13 des 14 arbres sélectionnés, dans un premier temps, pour leurs qualités, certains âgés de plusieurs centaines d'années. Il ouvre la voie à une meilleure gestion de la diversité génétique de l'espèce et permettra, à brève échéance, de créer des vergers clonaux. De plus, grâce aux améliorations apportées aux techniques de pépinière, comme le



Arganier à Aoudjoudj, Maroc. © R. Bellefontaine/Cirad

choix des conteneurs et la culture hors sol, il est possible de produire des boutures dotées d'un enracinement adventif dense et d'un meilleur taux de reprise, donc capables de se développer rapidement, limitant ainsi la durée de mise en défens des plantations contre les troupeaux de chèvres. Un progrès décisif pour l'acceptation des futures plantations par les populations rurales.

Contact > Ronald Bellefontaine, Montpellier, unité mixte Amélioration génétique et adaptation des plantes (Agap)

Bellefontaine R., Ferradous A., Alifriqui M., Monteuis O., 2010. Multiplication végétative de l'arganier (*Argania spinosa*) au Maroc : le projet John Goelet. Bois et forêts des tropiques, 304 : 47-59.

Partenaires > Université de Marrakech, Centre national de recherche forestière de Rabat, Centre régional de recherche forestière de Marrakech, Direction régionale des eaux et forêts d'Agadir (Maroc)

Xanthomonas albilineans, un génome réduit, mais costaud

La bactérie *Xanthomonas albilineans* est responsable d'une maladie grave de la canne à sucre, l'échaudure des feuilles. Elle peut provoquer des pertes de rendement au champ et en usine. *X. albilineans* occupe une niche particulière dans la canne à sucre : le xylème, qui, du fait de sa morphologie cloisonnée et de sa pauvreté en nutriments, est un environnement peu favorable aux bactéries. Le Cirad et ses partenaires viennent de séquencer et d'annoter le génome de cette bactérie. Son étude a permis de confirmer que c'est une bactérie originale par rapport aux autres espèces de *Xanthomonas*. Elle descend du même parent que *Xylella fastidiosa*, dont l'habitat est également limité au xylème. Ces deux bactéries ont subi une érosion importante de leur génome et partagent des gènes codant des cellulases particulières adaptées à l'utilisation des débris cellulaires disponibles dans la sève. Le



Echaudure des feuilles sur un jeune plant de canne à sucre.
© P. Baudin / Cirad

génome de *X. albilineans* contient aussi des gènes spécifiques, qui pourraient jouer un rôle important dans le mode de vie et la pathogénie de la bactérie : des gènes codant un système de sécrétion de type 3 (SST3), spécifique des agents pathogènes animaux, ainsi que des gènes NRPS codant des mégaenzymes, qui catalysent la biosynthèse non ribosomale de petites molécules.

Contact > Isabelle Pieretti, Monique Royer, Montpellier, unité mixte Biologie et génétique des interactions plantes-parasites (BGPI)

Partenaires > Génoscope, French Network on Xanthomonads (FNX)

Pieretti I. et al., 2009. The complete genome sequence of *Xanthomonas albilineans* provides new insights into the reductive genome evolution of the xylem-limited Xanthomonadaceae. BMC Genomics, 10 : 616. Doi : 10.1186/1471-2164-10-616.

Séquençage du génome de deux trypanosomes de plantes

*Deux maladies graves des palmiers sont provoquées par des trypanosomes. Mais on sait peu de chose sur la diversité de ces micro-organismes, qui sont tous arbitrairement classés dans le genre *Phytomonas*. En 2010, le Cirad a lancé un programme de séquençage de leurs génomes. Les premiers résultats montrent que ce genre renferme des isolats très différenciés.*

Deux maladies, l'une du cocotier, le *hartrot*, et l'autre du palmier à huile, la *marchitez*, sont provoquées par des trypanosomatides transmis par des insectes vecteurs du genre *Lincus*. En Amérique latine et dans la Caraïbe, elles entraînent des pertes importantes dans les plantations villageoises. Dans les palmeraies industrielles, leur contrôle repose sur des traitements insecticides. D'autres trypanosomatides parasitent des plantes à latex, des fruits ou des graines sans provoquer de dépérissement. Un nom de genre arbitraire, *Phytomonas*, a été donné à tous ces trypanosomatides de plantes. Il ne reflète en rien leur diversité.

Le Cirad a donc entrepris d'étudier cette diversité. Il peut compter, pour cela, sur la collection de trypano-

somes de plantes qu'il a réunie. Cette collection, unique au monde, rassemble 22 isolats intraphloémiques pathogènes de différents pays (Venezuela, Colombie, Equateur, Grenade, Brésil et Guyane) et une quarantaine d'isolats du latex. Son étude à l'aide de marqueurs moléculaires montre qu'il existe au moins 8 groupes. La caractérisation du caryotype moléculaire de deux d'entre eux confirme cette diversité : le groupe H (*hartrot* du cocotier) possède 7 chromosomes formant un génome de 10 mégabases, et le groupe D (latex) en a 21 pour un génome de 25 mégabases.

Cette étude s'est poursuivie avec le séquençage d'un isolat du *hartrot* (Hartrot Guyane, Hart-1) et d'un isolat du latex d'euphorbe, non pathogène (EM-1), dans le cadre d'un projet

conduit avec le Génomoscope. Ces deux isolats, jusqu'alors classés dans le même genre *Phytomonas*, n'ont que 75 % d'homologie d'acides aminés entre eux et 40 % d'homologie avec les trypanosomes animaux et humains, dont trois ont déjà été séquencés — *Trypanosoma cruzi*, *T. brucei* et *Leishmania major*. L'annotation spécifique révèle des différences très intéressantes dans la composition des divers pools enzymatiques des Trypanosomatidae. Ces résultats auront des répercussions tant dans le domaine de la parasitologie et de la phytopathologie que dans celui de l'évolution. ■

Contact > Michel Dollet, Montpellier, unité mixte Résistance des plantes aux bioagresseurs (RPB)

Partenaires >
Génomoscope, Université Montpellier 1, Université Bordeaux 2, Université catholique de Louvain (Belgique), University of California-Los Angeles (Ucla, Etats-Unis), University of Georgia (Etats-Unis), University of Cambridge (Royaume-Uni), University of Edinburgh (Royaume-Uni), University of Glasgow (Royaume-Uni), Bar-Ilan University (Israël), Technion-Israel Institute of technology (Israël). Ce travail a été subventionné par le projet de l'Agence nationale de la recherche (ANR) Seqtryplant

Dollet M. et al., 2010. Current status of the sequencing project on two plant trypanosomatids (*Phytomonas* spp.). In : XIth international congress of parasitology (Icopa), 15-20 août 2010, Melbourne, Australie.

Symptôme du *Hartrot* du cocotier.
© M. Dollet/Cirad



Suivre les déplacements du charançon du bananier



Charançon du bananier avec une puce RFID permettant de suivre ses déplacements.
© F. Vinatier/Cirad

Les charançons occasionnent des dégâts considérables aux bananiers qu'ils infestent. Pour comprendre la dispersion de ces ravageurs dans les champs, le Cirad a lancé une étude sur leurs déplacements en les équipant de puces miniatures à fréquences radio. Grâce à un modèle qui simule la colonisation des parcelles, il a aussi démontré que la structure du milieu avait un impact sur ces déplacements. Des résultats qui devraient permettre de mieux gérer la lutte par piégeage.

Le charançon noir du bananier (*Cosmopolites sordidus*), un insecte originaire d'Asie du Sud, infeste désormais toutes les zones de production et arrive en tête des ravageurs dans de nombreuses régions, notamment en Afrique de l'Ouest. Ce sont ses larves qui provoquent des dégâts sur les bananiers en creusant des galeries dans le bulbe, entraînant des problèmes d'alimentation pour la plante et parfois sa chute. Mais comment le charançon se déplace-t-il dans les milieux hétérogènes que constituent les plantations et sur quels critères sélectionne-t-il ses habitats ? Enfin, quels agencements de parcelle permettraient de limiter la colonisation des bananeraies indemnes ? Ce sont les questions auxquelles une équipe du Cirad a répondu en utilisant la radiotélémétrie et la modélisation.

Des charançons équipés de puces

La lente dispersion des charançons adultes se fait par la marche. Les parcelles de bananiers sont colonisées à partir de parcelles voisines déjà infestées ou de réservoirs, comme les habitats semi-naturels de bananiers sauvages. L'organisation des parcelles dans le paysage agricole joue donc un rôle important dans les déplacements du charançon, de même que l'agencement des différents éléments au sein des parcelles — bananiers, rési-

nus de culture, plante de couverture, pièges à phéromones...

Des charançons ont donc été équipés de puces à fréquences radio (RFID), qui permettent, grâce à leurs émissions captées par un détecteur, de suivre leurs déplacements avec une précision de 30 centimètres. En analysant les cartes de leurs trajectoires, il a été possible de comprendre comment les individus sélectionnaient leurs habitats.

Ces données ont été intégrées dans un modèle de type individu-centré (Cosmos), qui simule la propagation spatiale et les attaques des charançons en fonction des différents éléments du système de culture. En comparant les données d'infestation observées aux données simulées, on a pu valider le modèle et l'utiliser pour explorer l'effet de différentes dispositions spatiales des bananiers sur le comportement des charançons.

Comment organiser la bananeraie pour limiter les attaques ?

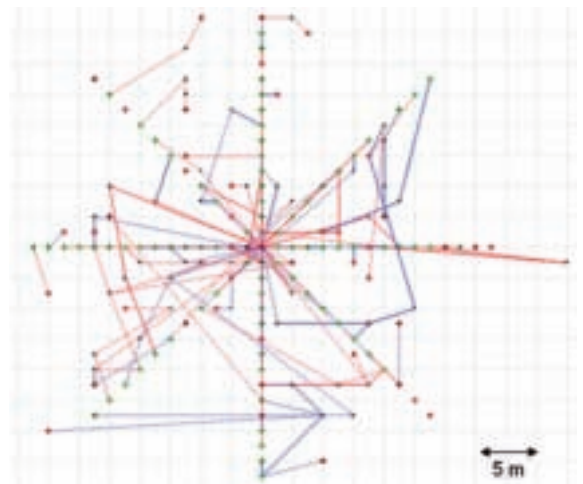
Le modèle montre que la colonisation d'une parcelle est plus rapide lorsque les bananiers sont plantés de manière régulière plutôt qu'en groupes. Il révèle aussi le rôle essentiel de la zone de transition entre la bananeraie et la jachère sur l'optimisation du piégeage, une méthode de lutte utilisée dans les plantations de bana-

niers pour l'exportation. Ces résultats permettent déjà de disposer de manière plus efficace les pièges d'interception contenant la phéromone d'agrégation. Dans le cadre d'une gestion globale du charançon, les travaux vont se poursuivre sur la régulation des populations par leurs ennemis naturels. ■

Contact > Philippe Tixier, Le Lamentin, unité Systèmes de culture bananiers plantains ananas

Partenaire >
Institut national de la recherche agronomique (Inra)

Vinatier F. et al., 2011. Factors and mechanisms explaining spatial heterogeneity: A review of methods for insect populations. *Methods in Ecology and Evolution*, 2 : 11-22.



Carte des trajectoires obtenue par radiotélémétrie RFID, montrant le déplacement privilégié des charançons vers un piège à phéromone situé au centre de la figure. Les trajectoires des mâles sont en bleu, celles des femelles en rouge, les points verts représentent les sites de lâcher des charançons. © F. Vinatier/Cirad



Dégâts de vers blancs sur la canne à sucre.
© F.R. Goebel/Cirad

Les vols de hannetons ravageurs de la canne sous surveillance radio

La radiotélémétrie se développe pour les insectes grâce à la miniaturisation des équipements. En Australie, une équipe du Cirad a adapté cette technique pour suivre les vols de hannetons, des champs de canne à sucre, où leurs larves occasionnent des dégâts, aux végétaux alentour.

La télémétrie permet depuis peu de suivre les déplacements des insectes et de recueillir des informations sur leur dispersion dans le paysage. Associée à d'autres outils, comme les systèmes d'information géographique, elle participe au contrôle des ravageurs. Cette technique a été adaptée par le Cirad pour suivre les vols des hannetons de l'espèce *Dermolepida albohirtum*, un insecte ravageur de la canne à sucre, dans la région du Queensland, en Australie.

Les insectes ont été munis de puces miniatures, collées à l'extrémité de leur abdomen afin de ne pas entraver leur vol. Puis ils ont été relâchés et suivis pendant 7 à 10 jours grâce à un récepteur de fréquences portatif et une antenne. Deux fois par jour, un relevé était effectué afin de repérer leurs trajets au sein de la végétation naturelle et de cette végétation vers les champs de canne. Ces trajectoires étaient ensuite situées sur les cartes grâce aux coordonnées GPS.

Les hannetons utilisent une vingtaine d'espèces de végétaux pour s'accoupler et se nourrir, en particulier les ficus, eucalyptus, palmiers, cocotiers, bananiers, qui regroupent parfois des communautés de plus de 1 000 individus. Leurs déplacements entre ces espèces et les cannes à sucre s'effectuent selon deux séquences : au crépuscule, les adultes émergent des champs de canne pour se diriger vers les végétaux alentour ; à l'aube, les femelles retournent vers les champs de canne pour pondre. Les survols par

hélicoptère, qui permettent de mieux cerner les dégâts, montrent que 90 % des zones attaquées se situent à moins de 200 mètres de la végétation naturelle.

La télémétrie a déjà permis de mieux comprendre la bioécologie de l'insecte. A terme, c'est la protection des champs qui pourra être optimisée. En identifiant précisément les zones à risque, par exemple, il sera possible de mieux cibler les interventions et de réduire l'emploi des insecticides du sol, très répandu dans le Queensland. Un résultat

Partenaires >
BSES Limited (Australie),
University of Queensland (Australie),
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (Csiro, Australie),
Commission européenne (FP7)

d'autant plus attendu que les plantations se situent à proximité de la grande barrière de corail dont la protection est devenue impérative. Des applications à d'autres ravageurs des agrosystèmes sont déjà prévues. ■

Contact > Francois-Régis Goebel, Brisbane, unité Systèmes de culture annuels

Goebel F.R. et al., 2010. Quantifying spatial movement of the greyback cane beetle in sugarcane landscape: data available and research needs. *Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists*, 32 : 71-83.



Puce équipée d'une antenne placée à l'extrémité de l'abdomen du hanneton.
© F.R. Goebel/Cirad

Comment sélectionner très tôt les tilapias mâles ?

L'élevage des tilapias n'est rentable que s'il porte uniquement sur des populations mâles. Mais les méthodes d'inversion hormonale utilisées pour produire de telles populations présentent de nombreux inconvénients. Le Cirad explore depuis plusieurs années une approche génétique. Il vient de découvrir le moyen de sélectionner très tôt des géniteurs à descendance mâles grâce à un gène présent dans la tête des alevins.

Chez le tilapia, le contrôle du sexe est une préoccupation majeure pour les producteurs. Les mâles grossissent plus vite que les femelles, et ces dernières font des petits tous les mois dès l'âge de 4 mois. L'utilisation de populations monosexes mâles permet donc d'optimiser la croissance des animaux en élevage et la transformation de l'aliment. Cependant, ces populations sont principalement produites par des techniques d'inversion hormonale, qui soulèvent bien des questions pour l'environnement et le consommateur. Afin de trouver une alternative à ces pratiques, une équipe du Cirad propose deux approches, l'une environnementale, qui repose sur l'effet masculinisant des fortes températures, l'autre génétique, qui passe par l'utilisation de géniteurs à descendance monosexes mâles, les mâles YY.

Produire des populations monosexes

Pour sélectionner les mâles YY, à descendance monosexes mâles, il faut faire appel à des approches indirectes comme le testage sur descendance, car il n'existe pas de chromosomes sexuels différenciés chez la plupart des poissons. En analysant le sex-ratio d'une descendance, on peut identifier le génotype sexuel (XX, XY, YY) de ses parents. Seul problème : pour sexer les descendants, et donc identifier les parents intéressants, il faut attendre



Les tilapias mâles grossissent plus vite que les femelles. © J.F. Baroiller/Cirad

4 à 5 mois. Tous les laboratoires travaillant sur le tilapia recherchaient donc dans les gonades des marqueurs moléculaires qui permettaient un sexage précoce, efficace et simple.

Un gène dimorphique lié au sexe dans la tête des alevins

L'équipe du Cirad a eu l'idée de regarder dans la tête des alevins. Elle y a trouvé un gène considéré jusque-là comme typiquement gonadique chez tous les vertébrés, qui présentait un énorme dimorphisme d'expression lié au sexe, beaucoup plus précoce dans le système nerveux central que dans les gonades. En utilisant des mélanges de populations monosexes mâles et

monosexes femelles, elle a constitué des lots de différents sex-ratios connus (100 % de femelles, 75 %, 50 %, 25 % et 0 %) et a réalisé, en aveugle, un sexage moléculaire sur chacun des lots d'alevins âgés de 14 jours. Le reste de chaque lot était conservé et sexé à 4 mois par la technique classique. Les sex-ratios identifiés à 14 jours correspondent à 100 % à ceux trouvés à 4 mois.

C'est une nouvelle étape franchie pour un contrôle du sexe chez le tilapia par des approches respectueuses du consommateur et de l'environnement. ■

Contact > Helena d'Cotta-Carreras, Jean-François Baroiller, Montpellier, unité mixte Intensification raisonnée et écologique pour une pisciculture durable (Intrépide)

Poonlaphdech S. et al., 2011. Elevated *amh* gene expression in brains of male tilapia (*Oreochromis niloticus*) during testis differentiation. Sexual Development, 5 : 33-47.



axe 2 \ **biomasse-énergie**

Etudier les conditions
d'émergence et les modalités
de mise en valeur
des bioénergies en faveur
des populations du Sud

ACCORDS, PARTENARIATS

Le Cirad a 13 projets en partenariat en cours sur la biomasse : analyse des potentialités mondiales, production de bois d'œuvre et de bois énergie (Madagascar, République démocratique du Congo), élaboration de modèles, évaluation du potentiel de filières (jatropha, sorgho, canne à sucre, microalgues...), pré-conditionnement de la biomasse, carbonisation, production d'électricité décentralisée (Burkina Faso, Madagascar...).

En Guadeloupe, le nouveau projet européen Cann'élec produira de l'électricité à partir de canne à sucre cultivée dans des zones impropres à d'autres cultures, car polluées par la chlordécone.

La Guyane a plusieurs projets de génération d'électricité sur le réseau EDF à partir de biomasse. Une nouvelle usine électrique a été inaugurée en 2009 à Kourou.

A la Réunion, avec l'Ademe, la Région et EDF, la sélection de variétés de canne à sucre plus productrices de bagasse est en cours.

En Afrique, le Cirad a pour partenaires privilégiés l'Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement, au Burkina Faso, l'Icrisat, au Mali, et l'Agence de développement de l'électrification, à Madagascar. En Amérique latine, le Cirad collabore avec l'Embrapa, l'université du Paran et le Catie. En Océanie, il travaille avec les collectivités territoriales à l'indépendance énergétique des îles du Pacifique.



© D. Louppe/Cirad

COMMUNICATION, COLLOQUES

Le projet Sweetfuel a été présenté à Lyon lors de la 18th European biomass conference and exhibition et au congrès Agro2010, organisé par l'Esa en septembre à Montpellier

Le deuxième avis adopté par le Comité consultatif commun d'éthique pour la recherche agronomique Inra-Cirad porte sur le défi alimentaire et celui de la valorisation non alimentaire des productions agricoles, et plus particulièrement sur le cas des biocarburants liquides.

Nouvelles stratégies catalytiques pour la gazéification de la biomasse

La gazéification est l'une des voies les plus prometteuses de la valorisation énergétique de la biomasse. Elle génère un mélange de gaz combustibles, qui peut être utilisé pour produire des biocarburants de synthèse de seconde génération. Elle présente cependant l'inconvénient de générer aussi des goudrons, qui abaissent les rendements et surtout désactivent les catalyseurs utilisés lors de l'étape de synthèse. En introduisant dans la biomasse des métaux, comme le nickel et le fer, dès le début du processus, le Cirad et ses partenaires burkinabés sont parvenus à réduire cette production de goudrons.



Fardeaux d'eucalyptus, Congo. © D. Louppe/Cirad

Les filières de valorisation énergétique de la biomasse par voies thermochimiques permettent de convertir toute matière lignocellulosique, soit directement en énergie utile, soit en vecteurs énergétiques solides, liquides ou gazeux. La gazéification de la biomasse, en particulier, permet de générer un mélange de gaz combustibles riche en CO et H₂, appelé gaz de synthèse (*syngas*), qui peut être utilisé pour produire de l'hydrogène ou des hydrocarbures de synthèse linéaires. Ce procédé est présenté comme l'une des voies les plus intéressantes pour synthétiser des biocarburants de seconde génération, qui valorisent toute la plante. Cependant, son développement est limité par la formation de goudrons contenus dans les gaz de gazéification, qui abaissent les rendements et surtout désactivent les catalyseurs utilisés pour la synthèse des hydrocarbures ou de l'hydrogène.

Des précurseurs de métaux pour catalyser le craquage des goudrons

Une démarche innovante a été explorée par le laboratoire Biomasse-énergie et biocarburants, le laboratoire commun 2EI/Cirad de Ouagadougou, au Burkina Faso. Elle consiste à introduire dans la biomasse des précurseurs de métaux connus pour leur activité catalytique dans le craquage des goudrons, afin qu'ils agissent dès la pyrolyse. C'est en effet au cours de cette première étape de la conversion thermochimique que les goudrons primaires sont produits.

Des sels métalliques de nickel ou de fer ont ainsi été insérés dans la matrice lignocellulosique d'échantillons de hêtre, d'eucalyptus et de bagasse de canne à sucre, par imprégnation en milieu aqueux. La phase active des métaux pour les réactions de conversion des goudrons est générée in situ lors de la montée en température, pendant la pyrolyse.

La caractérisation des échantillons imprégnés révèle que l'insertion des cations métalliques fait intervenir des



Le laboratoire Biomasse-énergie et biocarburants est un laboratoire commun Cirad/2EI, installé à Ouagadougou, Burkina Faso. © J. Blin/Cirad

mécanismes d'adsorption électrostatique, d'échange ionique et de complexation au sein des hémicelluloses, de la lignine et des microfibrilles de cellulose, qui assurent la dispersion du métal dans la matrice lignocellulosique. Des trois biomasses étudiées, la bagasse est celle qui a adsorbé le plus de métaux.

Les espèces de nickel évoluent au cours de la pyrolyse du bois pour former des nanoparticules de nickel métallique, Ni, monocristallines dans la gamme de températures 400-500 °C, les atomes de carbone jouant le rôle d'agent réducteur. Dans la même gamme de températures, les espèces de fer sont transformées en nanoparticules d'oxydes de fer amorphes, FeO_x.

Le mélange fer-nickel plus efficace

Les deux métaux agissent bien comme catalyseurs au cours de la pyrolyse, et entraînent une diminution de la teneur en goudron. Des

tests de pyrolyse à 700 °C des échantillons imprégnés révèlent que le nickel est plus efficace pour augmenter la production de H₂ (supérieure à 160 %) et réduire la production d'hydrocarbures à caractère aromatique, tandis que le fer a de meilleures performances pour diminuer la production totale de goudrons (plus de 70 % avec la bagasse). L'imprégnation avec un mélange fer-nickel conduit à un effet catalytique complémentaire et plus intense qu'avec un seul métal.

La pyrolyse catalytique de biomasse imprégnée de sels métalliques constitue une technique prometteuse pour diminuer la formation de goudrons lors de la production de biocarburant de seconde génération et favoriser la génération de H₂. Les études se poursuivent pour optimiser cette nouvelle voie catalytique, valoriser le charbon imprégné obtenu et recycler les métaux. ■

Contact > Joël Blin, Ouagadougou, unité Biomasse-énergie

Partenaires >
Institut européen des membranes (IEH), Institut international d'ingénierie de l'eau et l'environnement (2iE, Burkina Faso)

Richardson Y. et al., 2010. In situ generation of Ni metal nanoparticles as catalyst for H₂-rich syngas production from biomass gasification. *Applied Catalysis A-General*, 382 : 220-230.

Le charbon de bois à Madagascar : entre demande urbaine et gestion durable



© P. Montagne/Cirad

Depuis 1999, Madagascar s'est engagé dans une politique de l'énergie domestique, qui doit permettre, dans le cadre d'une gestion durable des écosystèmes forestiers, de fournir de l'énergie, principalement du charbon de bois, aux populations urbaines et d'organiser les filières d'approvisionnement. Cette politique devrait, à terme, bénéficier aux ménages ruraux, qui trouvent dans la vente du charbon de bois un complément de revenus. A partir de l'exemple de la ville de Mahajanga, le Cirad et ses partenaires prouvent qu'il est possible de mettre en place une gestion durable et décentralisée de l'approvisionnement en charbon de bois des centres urbains de Madagascar.

A Madagascar, le charbon de bois procure près de 90 % de l'énergie de cuisson aux citadins. La politique énergétique doit donc concilier protection des écosystèmes forestiers et satisfaction des besoins quotidiens de ces populations. Concrètement, il s'agit d'assurer une gestion durable des forêts pour la production de ce charbon, d'organiser les filières d'approvisionnement et, indirectement, de lutter contre la pauvreté puisque l'activité charbonnière fournit à des milliers de producteurs un complément monétaire essentiel. Le Cirad et ses partenaires, grâce à des approches innovantes à tous les niveaux de la filière, ont pu mettre en place un cadre de gestion durable et décentralisé de l'approvisionnement en charbon de bois de la ville de Mahajanga dans l'ouest de Madagascar.

Contrats de transfert de gestion et formation

A l'échelle locale, les travaux ont porté sur la mise en place de contrats de transfert de gestion de l'Etat aux communautés villageoises pour la production durable de charbon de bois et sur la formation des acteurs — charbonniers, membres des asso-

ciations villageoises, représentants des communes ou de l'administration forestière de l'Etat. C'est ainsi que vingt-deux contrats ont été signés et que plus de quatre cents charbonniers ont été formés aux techniques améliorées de carbonisation. Les agents de contrôle forestier communaux ont également été formés pour établir un système de contrôle forestier et de fiscalité forestière décentralisé. A l'échelle régionale, les autorités ont publié un arrêté qui valide l'ensemble du dispositif et donne à l'administration forestière la possibilité d'organiser cet approvisionnement.

Le charbon de bois, un produit de première nécessité

A l'échelle nationale et après l'organisation de plusieurs concertations avec tous les acteurs, il a été possible de proposer à l'Etat un décret pour réviser la réglementation sur la fabrication du charbon de bois, qui actualise le cadre légal pour le bois énergie à Madagascar.

Partenaires >
Centre national de la recherche appliquée au développement rural (Fofifa, Madagascar), Participation à la gestion de l'environnement (Partage, Madagascar), Union européenne.

Commercialisation du charbon de bois à Beronono, Madagascar.
© P. Montagne/Cirad



Arina, le charbon de bois à Madagascar

Cet ouvrage dresse le bilan des travaux sur le charbon de bois réalisés dans la région Boeny, dans le cadre du projet de carbonisation améliorée et de contrôle forestier décentralisé (Caramcodec, *Arina* en malgache). Il préconise une vision pragmatique et avance des propositions légales et réglementaires pour la production de ce produit de première nécessité.



Montagne P. et al., 2010. *Arina*, le charbon de bois à Madagascar : entre demande urbaine et gestion durable. Antananarivo, Cite, 187 p.

Djolibois, un jeu de rôles pour la filière du bois-énergie de Bamako



Déroulement d'une partie du jeu.
© L. Gazull/Cirad

Le bois est largement utilisé pour approvisionner Bamako en énergie domestique. Il provient essentiellement des formations forestières naturelles qui environnent la capitale. Pour assurer la coordination des acteurs de la filière et gérer rationnellement la ressource, le Cirad a mis au point un jeu de rôles, qui permet de construire une vision partagée du système d'approvisionnement et de ses évolutions possibles.

Alors que près de 80 % de l'approvisionnement de la ville de Mahajanga se fait de façon illicite, que la demande ne fait qu'augmenter, passant de 15 000 tonnes à 20 000 tonnes par an entre 1999 et 2009, et que les autres sources d'énergie, notamment le gaz, restent hors de portée des citadins, cette vision pragmatique, qui impose de gérer la ressource pour répondre à la demande urbaine, a reçu l'approbation de l'administration. Celle-ci reconnaît ainsi que le charbon de bois est un produit de première nécessité, au même titre que le riz et l'huile, et qu'il convient de réglementer sa production de manière différente de celle des autres produits forestiers. ■

Contact > Pierre Montagne, Antananarivo, unité Biens et services des écosystèmes forestiers tropicaux

Le bois entre pour plus de 90 % dans la satisfaction des besoins énergétiques des populations du Mali. Autour de Bamako, le bois-énergie provient essentiellement des formations forestières naturelles, les plantations étant de superficies trop limitées. Même si les connaissances sur la consommation et sur la pro-

ductivité de la végétation ligneuse sont très incertaines, la plupart des analystes concluent à une surexploitation de ces ressources forestières.

A partir du milieu des années 1990, devant les difficultés de la régulation étatique et, dans une certaine mesure, face à l'échec du marché à

Contact > Laurent Gazull, Montpellier, unité Biens et services des écosystèmes forestiers tropicaux

la suite de la libéralisation des prix du bois en 1986, de nouvelles politiques forestières ont été mises en place. Elles visaient à décentraliser la gestion des ressources naturelles par un transfert progressif des droits de gestion aux populations locales. Quinze ans après, ces politiques ont abouti à une formidable démocratisation de l'ensemble de la filière d'approvisionnement de Bamako. Actuellement, l'un des défis majeurs pour l'État malien est d'assurer une coordination efficace de l'ensemble des acteurs des filières d'approvisionnement de manière à gérer rationnellement la ressource et à faire en sorte que cette activité soit porteuse de développement économique.

Une vision partagée du fonctionnement du bassin d'approvisionnement

Dans ce contexte, le Cirad a entrepris, avec l'administration forestière malienne, une recherche d'accompagnement visant à construire, avec tous les acteurs de la filière du bois, une vision partagée du fonctionnement du bassin d'approvisionnement de Bamako.

Parmi les méthodes utilisées pour accompagner la médiation, les jeux de simulation se sont souvent révélés performants. Conscients de l'importance que revêt la localisation de la ressource par rapport à Bamako dans les choix des acteurs, les chercheurs ont souhaité replacer les acteurs dans des situations où les difficultés liées à l'espace — déplacements, cloisonnement spatial de l'information, isolement des lieux de coupe — sont des facteurs à part entière du jeu. Ils ont donc créé un jeu « de terrain », nommé Djolibois, où les acteurs doivent se déplacer physiquement dans un espace dont l'organisation reprend les grandes composantes du bassin d'approvisionnement de Bamako. Le jeu se déroule dans une grande salle ou en plein air. Il a été joué à quatre reprises au Mali avec des protagonistes différents.

L'information : une place essentielle

Djolibois permet de faire sentir aux joueurs la place de l'information dans leurs activités : son manque, son besoin ou son partage. Pour des personnes extérieures à la filière et pour les professionnels du bois-énergie, il a été l'occasion de mieux comprendre le fonctionnement général ainsi que les mécanismes de régulation de la filière. Il a aussi donné la possibilité à certains professionnels d'expérimenter par le jeu des stratégies liées à leur activité professionnelle.

Djolibois s'est révélé un outil performant pour construire une vision partagée du système d'approvisionnement et de ses évolutions possibles sous une forme accessible à tous. C'est un point de départ vers la construction d'une filière organisée et régulée pour l'approvisionnement durable de Bamako. ■

Gazull L., Gautier D., Becu N., 2010. Usage d'un jeu de rôles pour l'analyse préalable d'un SIG : Djolibois, un jeu spatialisé pour l'approvisionnement en bois-énergie de la ville de Bamako (Mali). *Revue internationale de géomatique*, 20 : 7-36. Doi : 10.3166/rig.20.7-36





Vitrine d'un traiteur à Hanoi,
Vietnam. © P. Doucet/Cirad

axe 3 \ alimentation

Innover pour
une alimentation
accessible,
diversifiée et sûre

ACCORDS, PARTENARIATS

La **Banque mondiale** souhaite reconnaître le Cirad comme expert en matière d'orientation stratégique et de conseil autour des questions de sécurité alimentaire et de développement agricole et rural. Cette coopération a été discutée lors d'un séminaire sur les convergences stratégiques des institutions en septembre à Washington.

Le Cirad et la **VAAS, Académie vietnamienne des sciences agricoles**, ont renouvelé leur collaboration par un accord dans le cadre du Pôle de compétence Malica, Markets linkages for the cities in Asia, dont l'objectif est de contribuer à la sécurité et à la sûreté alimentaires au Vietnam et dans les pays voisins.

Le **projet européen After** compte valoriser des produits traditionnels africains et leur savoir-faire afin d'en faire bénéficier les consommateurs et les producteurs en Afrique et en Europe.

Aliments santé : le Cirad et la société Agro'Novae ont lancé un programme, Carhes (Caroténoïdes-Hespéridine), pour étudier l'influence de l'origine géographique des agrumes sur leurs microconstituants nutritionnels et fabriquer des extraits enrichis en ces composés. Ce programme est subventionné par Oseo, entreprise publique d'aide à l'innovation. Avec la société Dialpha spécialisée dans les ingrédients santé, l'unité mixte Qualisud étudiera plusieurs coproduits ou sous-produits agricoles particulièrement riches en composés phénoliques, qui seront testés pour leur efficacité biologique sur le prédiabète.

COMMUNICATION, COLLOQUES

La revue **Fruitrop**, éditée par l'Observatoire des marchés du Cirad, publie régulièrement des informations économiques : agrumes d'été, ananas, avocat, banane, mangue, pomme et poire, racines et tubercules, fret maritime ont fait l'objet de dossiers spéciaux en 2010...

Les **aliments à visée santé** ont fait l'objet d'un colloque organisé par le Centre du droit à la consommation, le Cirad et l'université Montpellier 2. L'alimentation santé n'est pas qu'une préoccupation des consommateurs et des autorités sanitaires, c'est aussi un enjeu économique important pour les industriels de l'agro-alimentaire.

Un **prix de l'Académie vietnamienne des sciences agricoles** a récompensé Paule Moustier, économiste au Cirad, pour son action de coordination du projet Malica durant plus de cinq années.

L'**International Cocoa Awards (Icoa)** est une initiative de trois organismes (le Cirad, Bioversity International et Event International), soutenue par des industriels du cacao. La remise des prix s'est déroulée dans le cadre du Salon du chocolat de Paris, en octobre.

Le premier avis adopté par le **Comité consultatif commun d'éthique pour la recherche agronomique** Inra-Cirad porte sur la sécurité alimentaire et les modèles de consommation alimentaire.

L'imparfaite transmission des prix mondiaux aux marchés agricoles d'Afrique subsaharienne

Comment les prix agricoles internationaux influent-ils sur les prix domestiques ? Une étude menée par le Cirad sur la transmission de la flambée du prix international du riz en 2008 sur les prix du vivrier dans cinq pays d'Afrique subsaharienne démontre que cette influence varie en fonction de la part de marché des produits importés dans l'alimentation des populations et du degré de substitution entre aliments importés et aliments produits localement. Des résultats qui prouvent que les prix des produits alimentaires sont avant tout déterminés par les marchés domestiques.



J. Wey/Cirad



Au Mali, le prix du riz est essentiellement déterminé par l'offre de riz local.
© E. Daou/Cirad

Afin d'éclairer le débat sur l'impact de la flambée des prix internationaux de 2007-2008 sur les systèmes alimentaires en Afrique subsaharienne, la Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde (Farm) a demandé au Cirad de mesurer la transmission des prix entre les marchés internationaux et les marchés domestiques. L'objectif était d'évaluer dans quelle mesure la hausse des prix internationaux se répercutait sur les prix des produits vivriers cultivés localement et pourrait ainsi inciter les petits producteurs à accroître leurs productions pour réduire la dépendance alimentaire de leurs pays. Ce projet a été réalisé par une équipe d'économistes du Cirad et de partenaires du Sud, spécialisée dans l'analyse économétrique des séries temporelles et dans l'étude des marchés agricoles internationaux.

Le riz, produit emblématique de la flambée des prix

L'étude a été réalisée sur le riz. C'est en effet l'un des produits emblématiques de la flambée des prix sur les marchés internationaux des céréales et l'une des toutes premières importations alimentaires africaines. L'intensité de la transmission, perma-

nente ou conjoncturelle, a été mesurée à partir de l'évolution des prix du riz sur le marché international, du riz importé sur les marchés domestiques, du riz produit localement et d'autres produits vivriers de base locaux, comme le mil, la banane plantain et le manioc. L'évolution des prix du riz importé, local et des autres produits vivriers a été analysée dans cinq pays, dont les systèmes alimentaires sont plus ou moins ouverts au riz importé : Sénégal, Mali, Niger, Cameroun et Madagascar.

Une transmission inégale de prix internationaux

Dans le cas du Sénégal, où le riz importé est un aliment de base, on obtient une relation de co-intégration entre le prix international du riz, le prix domestique du riz importé et le prix du riz local ; le prix international déterminant donc en permanence le prix du riz sur le marché intérieur. En revanche, dans le cas du Mali et de Madagascar, où le riz importé n'est qu'une source d'appoint pour l'offre de riz sur le marché local, le prix du riz est essentiellement déterminé par l'offre de riz local. Pour la diffusion de la flambée du prix du riz sur le marché international aux prix des

autres vivriers, les relations testées ne montrent aucune transmission permanente, bien qu'à court terme la hausse des prix sur le plan international ait perturbé conjoncturellement l'évolution des prix sur les marchés vivriers, ces chocs étant absorbés en quelques mois.

Ces résultats soulignent la complexité de la formation des prix alimentaires dans les pays africains, même en situation de déficit alimentaire. La transmission imparfaite des prix internationaux aux produits vivriers locaux confirme la présence de fortes segmentations entre les filières de produits importés et locaux. Ces segmentations résultent des spécialisations géographiques (zone enclavée, côtière), sociales (niveau de revenu) et culturelles (pratiques alimentaires), mais aussi des politiques commerciales (tarifs). Les stratégies de sécurité alimentaire ne peuvent donc pas reposer uniquement sur une régulation des importations de produits alimentaires, les niveaux des prix de ces derniers n'ayant pas nécessairement un impact structurel sur les marchés locaux. Une politique d'incitation à la hausse de la production locale fondée sur les prix passe donc par une aide qui permette d'adapter les produits alimentaires locaux pour qu'ils puissent devenir de véritables substituts aux produits alimentaires importés. ■

Contact > Frédéric Lançon, Montpellier, unité mixte Acteurs, ressources, territoires dans le développement (Art-Dev)

Partenaire > Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde (Farm)

David-Benz H. et al., 2010. L'imparfaite transmission des prix mondiaux aux marchés agricoles d'Afrique subsaharienne. Farm, Cirad.

Innover pour développer les marchés : le niébé au Burkina Faso

En Afrique de l'Ouest, une multitude de projets de développement aboutissent à des innovations techniques. Mais quelles sont les répercussions de ces innovations sur les marchés ? Et comment peuvent-elles permettre d'ajuster l'offre à la demande ? Une analyse menée par le Cirad sur un nouvel emballage pour le niébé mis au point au Burkina Faso prouve que l'innovation peut jouer un rôle moteur dans l'intégration de l'agriculture familiale aux marchés.

Le Cirad apporte son expertise méthodologique au Programme de développement de l'agriculture du Burkina Faso, qui a débuté en 2006. Il a ainsi participé à l'identification et à la sélection des actions qui doivent permettre d'améliorer l'insertion des producteurs ruraux dans les marchés et de renforcer leurs performances. Plusieurs de ces actions visent à mieux valoriser les productions locales, à élargir ou à créer de nouveaux marchés, à réduire des positions de rente ou à améliorer l'offre primaire.

Pour la filière du niébé, les marges de progrès sont importantes en matière de valorisation des productions locales. Les marchés se développent rapidement dans les grandes villes du pays et de la région d'Afrique de l'Ouest. Cependant, cette expansion est freinée par les problèmes de conservation du produit. Pour diminuer les pertes par infestation de bruches et normaliser le conditionnement du produit, un emballage

vient d'être mis au point : le triple ensachage. Les travaux du Cirad ont permis de valider l'intérêt de cette innovation : elle facilite l'ajustement de l'offre et de la demande sur des marchés actuellement volatiles et peut donc jouer un rôle moteur pour l'intégration de l'agriculture familiale à ces marchés.

Fort de cette expérience, le Cirad intervient actuellement en appui aux structures publiques et aux entreprises privées afin de capitaliser les résultats de cette nature obtenus sur d'autres filières ces dernières années. Cette position lui permet de mener une réflexion sur les processus de reconfiguration des filières créatrices



de revenus dans un contexte à la fois de décentralisation des compétences de l'État et d'ouverture aux marchés en mobilisant l'analyse de filière comme outil d'aide à la décision pour le développement durable des territoires ruraux et urbains. ■

Contact > Marie-Hélène Dabat, Ouagadougou, unité mixte Acteurs, ressources et territoires dans le développement [Art-Dev]

Dabat M.H. et al., 2010. Caractérisation des filières au Burkina Faso et insertion de l'agriculture aux marchés. In : Colloque international : Quelle agriculture pour un développement durable de l'Afrique ? Cedres, 6-8 décembre 2010, Ouagadougou, Burkina Faso.



Partenaires >
Programme d'appui au développement de l'agriculture du Burkina Faso (Padab II), Agence danoise pour le développement international (Danida), Secrétariat permanent de la coordination des politiques sectorielles agricoles (SP-CPSA), Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources halieutiques (Burkina Faso), Institut de l'environnement et de recherches agricoles (Inera, Burkina Faso)

Niébé infesté de bruches, à gauche, et niébé conservé dans un sac à triple fond, à droite.
© A. Sanon/Université de Ouagadougou

Comment évaluer l'impact des procédés de transformation sur la valeur nutritionnelle des aliments ?

La transformation des produits alimentaires a un impact considérable sur la qualité nutritionnelle finale des aliments. Une équipe du Cirad a donc entrepris d'évaluer différents procédés de conservation avec deux indicateurs nutritionnels, Sain et Lim, développés en 2008 en réponse à la réglementation européenne visant à améliorer l'information sur les aliments transformés. Il s'agissait de suivre les scores nutritionnels de

deux produits, la pomme et la viande de porc, au cours de leur transformation par un procédé traditionnel, le séchage, et par un procédé innovant, la déshydratation osmotique. Les scores nutritionnels varient en fonction des transferts de masse pendant la transformation, avec des points critiques à certaines étapes des procédés techniques. La qualité nutritionnelle finale des produits n'est pas identique dans les deux procédés.

Un choix d'itinéraire technique peut donc modifier la qualité nutritionnelle d'un aliment et peut-être orienter son étiquetage. Ce travail montre également les limites de l'utilisation des indicateurs nutritionnels globaux pour évaluer un procédé.

Contact > Nawel Achir, Montpellier, unité mixte Démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité (Qualisud)

Partenaire >
AgroParisTech

Achir N. et al., 2010. Ability of some food preservation processes to modify the overall nutritional value of food. Journal of Food Engineering, 100 : 613-621. Doi : 10.1016/j.jfoodeng.2010.05.009

Soutenir le développement des filières vivrières en Afrique de l'Ouest

Dans le cadre d'une réflexion engagée par l'AFD et le Fida sur leur stratégie de soutien aux filières vivrières en Afrique de l'Ouest, le Cirad, associé au Coraf et au Cilss, s'est vu confier une étude sur les bassins de production et de consommation dans cette région. Ses résultats remettent en question l'image d'une Afrique de l'Ouest incapable de se nourrir elle-même. Une image fausse, mais encore largement répandue dans le monde.

L'AFD et le Fida ont entrepris une réflexion commune sur leur stratégie d'intervention pour soutenir le développement des filières vivrières en Afrique de l'Ouest. Ces deux institutions ont confié au Cirad, associé au Coraf et au Cilss, une étude visant à cartographier les bassins de production et de consommation dans cette région. Cette étude s'est appuyée sur une cartographie de l'évolution des surfaces, des rendements et des productions à l'échelle infranationale. Elle a mis en évidence la forte croissance de la production alimentaire que l'Afrique de l'Ouest a connue depuis les années 1980. Cette croissance ne résulte pas uniquement d'une extension des surfaces, mais procède, dans certaines zones, d'une intensification des cultures. Quant à l'évolution de la demande rurale et urbaine, une première analyse montre que, en valeur économique, le marché alimentaire ouest-africain est largement approvisionné par la production locale et régionale ; les importations ne concernant que les villes de quelques pays. Cette constatation conduit à relativiser l'image d'une Afrique de l'Ouest incapable de se nourrir elle-même.

Le Cirad et ses partenaires ont également organisé un atelier d'expertise collective afin d'identifier les contraintes et les leviers possibles des filières vivrières reconnues comme prioritaires par la Communauté



Le marché alimentaire ouest-africain est largement approvisionné par la production locale. © J. Chantereau/Cirad

économique des Etats d'Afrique de l'Ouest [Cedeao] et l'Union monétaire ouest-africaine [Uemoa]. Cet atelier, qui s'est déroulé à Ouagadougou, a permis de dégager des pistes d'interventions pour accompagner le développement de ces filières, en particulier pour faciliter l'accès au marché des producteurs. L'extension des infrastructures de transport et de communication et, surtout, le développement des activités de transformation et de commercialisation apparaissent comme déterminants pour assurer une croissance de la production agricole, même si certaines contraintes agronomiques ont aussi été identifiées. ■

Contact > Nicolas Bricas, Montpellier, unité mixte Marchés, organisations, institutions et stratégies d'acteurs (Moisa)

Partenaires > Agence française de développement (AFD), Fonds international pour le développement agricole (Fida), Conseil ouest et centre africain pour la recherche et le développement agricoles (Coraf), Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (Cilss)

La spectroscopie proche infrarouge pour analyser le beurre de karité

Le beurre extrait de la noix de karité (*Vitellaria paradoxa*) présente un fort potentiel pour les industries alimentaire et cosmétique. Pour évaluer précisément ce potentiel, il est indispensable de mieux connaître la diversité de la composition chimique des noix et donc de développer une méthode rapide, non destructive et précise de caractérisation. La spectroscopie proche infrarouge offre dans ce domaine des atouts, mais requiert un étalonnage fiable. Elle a été utilisée pour analyser un large échantillon de noix (624 arbres récoltés) provenant de différents pays (Sénégal, Mali, Burkina Faso, Ghana et Ouganda). Ces analyses, qui ont porté sur l'humidité, la teneur en matières grasses et les profils d'acides gras, confirment les différences entre les arbres provenant de l'ouest et de l'est du continent ; ces derniers ont des teneurs plus élevées en matières grasses et en acide oléique. Les équations d'étalonnage développées pour chaque constituant se sont révélées efficaces : l'étalonnage pour l'humidité et les matières grasses permet une détermination précise de ces caractéristiques, de même que celui pour les acides stéarique et oléique. Cette étude ouvre la voie au phénotypage à haut débit des noix de karité et au développement de la sélection de cette espèce majeure des systèmes agroforestiers africains.

Contact > Fabrice Davrieux, Montpellier, unité mixte Démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité (Qualisud)

Partenaires > Institut d'économie rurale (IER, Mali), Makerere University (Ouganda), Institut sénégalais de recherches agricoles (Isra, Sénégal), Centre national de la recherche scientifique et technologique (CNRST, Burkina Faso)

Davrieux F. et al., 2010. Near infrared spectroscopy for high-throughput characterization of shea tree (*Vitellaria paradoxa*) nut fat profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 : 7811-7819. Doi : 10.1021/jf100409v

Un code-barres biologique pour les produits alimentaires

Il est bien souvent impossible de retracer avec certitude l'origine des aliments en provenance du Sud lorsqu'ils arrivent sur les marchés européens. Si le système documentaire fondé sur le code-barres fonctionne bien en Europe, il est en revanche difficile à installer dans les pays du Sud. D'où l'idée d'identifier la provenance précise des aliments en analysant leur environnement de production grâce aux micro-organismes présents à leur surface. Le Cirad vient de mettre au point une méthode moléculaire efficace et particulièrement prometteuse.

La traçabilité des produits alimentaires est actuellement une préoccupation réglementaire pour déceler des fraudes quant à leur étiquetage ou protéger les produits qui bénéficient d'un certificat d'origine. Mais les systèmes documentaires utilisés dans ce domaine sont difficiles à mettre en place dans les pays du Sud, tout comme le suivi des produits pendant leur transformation. D'où l'idée de recourir à l'analyse biologique de leur flore commensale pour déterminer leur provenance.

Une technique rapide et fiable

Dans ce domaine, la peau des aliments peut s'avérer particulièrement instructive : elle héberge une communauté de micro-organismes spécifique de l'environnement biologique et humain, dans lequel l'aliment a été produit. En analysant l'ADN de ces micro-organismes, il est possible de constituer un « code-barres biologique » spécifique de chaque origine géographique. Une nouvelle méthode moléculaire globale, capable d'analyser en une seule fois les bactéries, levures ou moisissures présentes sur les aliments, vient d'être mise au point par une équipe du Cirad. Il s'agit de la PCR-DGGE, une réaction en chaîne par polymérase combinée à l'électrophorèse en gradient de gel dénaturant.

Cette méthode permet d'établir en moins de 24 heures le profil bactérien, levurien ou fongique d'une trentaine d'échantillons d'aliments. Plus rapide que les autres techniques

microbiennes, elle évite l'analyse précise des micro-organismes tout en autorisant, grâce au séquençage du contenu des bandes, la détermination de l'espèce microbienne.

Premières expérimentations sur les poissons et les fruits

Le pouvoir discriminant de cette technique a été éprouvé dans trois situations. La première concerne des poissons de l'espèce *Pangasius hypophthalmus*, élevés dans les eaux du Mékong au Vietnam. Le profil bactérien est parfaitement identique pour les poissons provenant d'une même ferme aquacole, mais diffère entre les cinq fermes étudiées, et ce, bien que les fermes se trouvent sur la même branche du Mékong. Les variations dans la qualité de l'eau et l'environnement sont donc suffisantes pour entraîner un effet notable sur l'écologie bactérienne. Le même résultat a été obtenu en analysant des mandarines du Maroc et d'Espagne. Leurs profils bactériens diffèrent selon leur provenance, et ces différences sont liées à l'environnement, mais aussi au traitement phytosanitaire appliqué. Enfin, dans le troisième cas, l'étude a porté sur les levures et moisissures du physalis, de petits fruits exotiques de plus en plus appréciés en Europe, en provenance d'Égypte. Là encore des différences significatives ont été enregistrées dans les profils de migration entre les différentes régions de production.

Ces premières expérimentations prouvent que les communautés



Pangasius hypophthalmus, Vietnam. © J. Lazard/Cirad

microbiennes présentes sur les aliments sont fortement liées à leur environnement et constituent des marqueurs biologiques spécifiques de leurs lieux de production. La technique de PCR-DGGE offrira à l'avenir un instrument puissant pour identifier ces marqueurs. ■

Contact > Didier Montet, Montpellier, unité mixte Démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité (Qualisud)

El Sheikh A., 2010. Determination of the geographical origin of fruits by using 26S rDNA fingerprinting of yeast communities by PCR-DGGE: An application to shea tree fruits. *Journal of Life Sciences*, 4 : 9-15

Partenaires >

Phylogène-Nîmes, Pôle de transfert agroalimentaire régional Languedoc-Roussillon, Projet européen Innvokar

La méthode consiste à extraire tous les micro-organismes présents sur l'aliment en une seule fois, puis l'ADN de chaque famille microbienne, également en une fois. Une seule amplification par PCR est ensuite réalisée par famille microbienne. Le fragment amplifié mesure entre 236 et 260 pb, selon la famille. Les produits de PCR sont ensuite séparés par DGGE et les gels sont colorés et photographiés. Les images obtenues sont analysées statistiquement après alignement des spots grâce à un logiciel d'analyse d'images. Le profil ainsi créé est considéré comme une image de l'ensemble des principaux micro-organismes présents dans les échantillons, une bande correspondant à un type de séquence unique, ou phylotype, c'est-à-dire, le plus souvent, à une espèce de micro-organisme.

Le premier amidon céréeux naturel de manioc

Le marché des amidons industriels est en pleine expansion, mais certains usages industriels spécifiques ne peuvent être satisfaits par les amidons naturels et leur modification chimique ou physique est nécessaire. Ces modifications sont souvent nuisibles à l'environnement et engendrent des coûts supplémentaires. Récemment, une mutation naturelle des voies de synthèse de l'amidon de manioc a été découverte au Ciat. Le Cirad, en partenariat avec le Ciat, a conduit une étude sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles de cet amidon, qui pourrait trouver des applications intéressantes dans l'industrie et offrir des débouchés nouveaux à l'amidon de manioc produit en zone tropicale.

La demande en amidons industriels est actuellement couverte principalement par cinq cultures : le maïs, le blé, la pomme de terre, le riz et le manioc. L'amidon de manioc est particulièrement important pour ses propriétés fonctionnelles spécifiques et constitue la première source d'amidon dans les régions tropicales. Récemment, un génotype mutant, produisant un amidon céréeux, exempt d'amylose ou waxy, a été découvert.

Afin d'évaluer les potentialités industrielles de cet amidon céréeux par rapport aux autres amidons disponibles sur le marché international, le Cirad et ses partenaires colombiens ont comparé ses propriétés physico-chimiques et fonctionnelles à celles des amidons naturels, céréeux ou non, de maïs, de riz, de pomme de terre et de manioc, et du maïs céréeux modifié Colflo-67, de même que l'aptitude de ses gels à résister aux stress technologiques engendrés par les procédés de fabrication ou de conservation. Cette étude révèle, entre autres, que les gels de

l'amidon de manioc céréeux sont très clairs et développent une longueur d'onde d'absorption maximale en présence d'iode considérablement réduite par rapport à l'amidon de manioc normal. Ils ont aussi une viscosité supérieure à celle de l'amidon de manioc normal et intermédiaire entre celles des amidons céréeux de pomme de terre et de maïs. Aucun des amidons céréeux étudiés ne présente de séparation de phases (synérèse) durant le stockage de leurs gels à 4 °C pendant cinq semaines, mais l'amidon de manioc céréeux est le seul qui ne présente pas de synérèse après cinq semaines de stockage à - 20 °C.

Ses propriétés fonctionnelles uniques et son coût de production inférieur à celui de ses concurrents sur le marché, comme la pomme de terre et les céréales, font de l'amidon de manioc céréeux un ingrédient industriel très prometteur. Cet amidon nouveau trouvera très cer-

tainement des applications dans le secteur des amidons naturels (non-OGM) et non modifiés chimiquement, principalement pour les produits qui requièrent des gels d'une viscosité et d'une clarté élevées et pour les aliments congelés ou réfrigérés. ■

Contact > Dominique Dufour, Cali, unité mixte Démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité (Qualisud)

Partenaires > Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat, Colombie), Universidad Nacional de Colombia

Sánchez T., Dufour D., Moreno I.X., Ceballos H., 2010. Comparison of pasting and gel stabilities of waxy and normal starches from potato, maize, and rice with those of a novel waxy cassava starch under thermal, chemical, and mechanical stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 : 5093-5099. Doi : 10.1021/jf1001606



Coloration à l'iode d'une racine normale (en bleu) et d'une racine de manioc céréeux (en marron clair).
© T. Sánchez/Ciat

Un ouvrage sur la vanille

Cet ouvrage de référence sur la vanille offre un tour d'horizon complet des connaissances en matière de diversité et de ressources génétiques, de pratiques culturelles et de lutte contre les maladies et ravageurs. Il aborde également les processus de biosynthèse des précurseurs d'arôme

au cours du développement du fruit, l'incidence du procédé traditionnel de transformation sur leur libération, la qualité microbiologique de la vanille et l'authentification des produits finis. Il s'intéresse, enfin, aux filières de production, en particulier dans les pays émergents, comme la Chine, l'Inde et

les pays d'Afrique de l'Est. Des chapitres spécifiques sont consacrés à la production en Polynésie française et à la Réunion. Rédigé par une cinquantaine de spécialistes, l'ouvrage vient combler une lacune, la dernière synthèse de cette ampleur sur cette orchidée aromatique datant de 1954.

Odoux E., Grisoni M., 2010. *Vanilla*. Boca Raton : CRC Press, 387 p.

Prévenir et réduire la contamination par les mycotoxines



Noix du Brésil :
cosse, coque
et amande.
© C. Brabet/Cirad

Les mycotoxines, qui sont produites par des moisissures sur les denrées alimentaires, contaminent près de 25 % des cultures dans le monde. Elles peuvent provoquer chez l'homme et les animaux des intoxications graves. Depuis plus de dix ans, le Cirad, en collaboration avec ses partenaires du Sud, conduit des recherches pour prévenir et réduire la contamination par les mycotoxines dans les filières agroalimentaires, en particulier dans le café et les noix du Brésil.

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires toxiques produits, au champ et après récolte, par des moisissures sur une large gamme de denrées alimentaires (céréales, arachide, noix, café, cacao, raisins, épices...). Elles peuvent provoquer chez l'homme et les animaux des intoxications aiguës ou chroniques, parfois mortelles. De nombreux pays, notamment en Europe, ont imposé des valeurs maximales admissibles pour les mycotoxines afin de protéger la santé des consommateurs. En Europe, pour la consommation humaine directe, la teneur limite en ochratoxine A pour le café torréfié est fixée à 5 microgrammes par kilo, et la teneur en aflatoxines des noix du Brésil ne doit pas dépasser 10 microgrammes par kilo, pour les aflatoxines totales, et 5 microgrammes, pour l'aflatoxine B1. Le Cirad et ses partenaires mènent des recherches pour maîtriser l'ochratoxine A dans le café et les aflatoxines dans les noix du Brésil.

La contamination du café par l'ochratoxine A

Les travaux ont porté sur l'impact des dommages des fèves de café et de la torréfaction sur la contamination par l'ochratoxine A. On a ainsi pu montrer que les fèves ayant des défauts agronomiques sont beaucoup plus contaminées que les fèves saines. Les fèves endommagées par les insectes

(scolyte, antestia, mouche des fruits) ou par d'autres attaques fongiques comme l'anthracnose jouent un rôle dans la contamination du café. En triant ces fèves endommagées, on réduit fortement la contamination par l'ochratoxine A.

La torréfaction est un traitement thermique qui permet de donner son arôme, sa couleur et son corps au café. Elle a aussi une incidence sur la teneur en ochratoxine A. Deux techniques de torréfaction, qui opèrent à différentes températures, ont été étudiées pour leur effet sur le taux de contamination du café vert. La torréfaction en tambour, avec un chauffage indirect en discontinu, réduit de 90 % la teneur en ochratoxine A, tandis que celle en lit fluidisé, avec un chauffage direct en continu dans un courant d'air chaud, l'abaisse de 63 %. Cette étude fournit ainsi des informations quant à la stabilité thermique de l'ochratoxine A.

Maîtriser les aflatoxines dans les noix du Brésil

La noix du Brésil est l'un des principaux produits non ligneux de l'exploitation extractiviste de la forêt amazonienne. Le renforcement de la réglementation européenne sur les teneurs maximales en aflatoxines et le contrôle systématique des lots de noix en coque importés du Brésil se sont traduits par une chute de près de

90 % des exportations vers l'Europe entre 2000 et 2004.

Le Cirad et ses partenaires brésiliens et suédois ont montré que la présence d'aflatoxines provient d'un séchage insuffisant des noix (au soleil ou par circulation d'air naturel) et d'un stockage sur plusieurs mois en forêt dans les communautés de producteurs avant leur transport vers les sites industriels. Les lots réceptionnés sont ainsi déjà fortement contaminés et les méthodes de tri utilisées ne permettent pas de réduire la contamination des noix en coque. Des modèles statistiques ont été développés afin de prédire la production d'aflatoxines dans les noix en fonction de facteurs environnementaux et écologiques. Sur la base de ces résultats, le Comité du codex sur les contaminants dans les aliments (CCCCF) a proposé de réviser le guide de bonnes pratiques extractivistes du *Codex Alimentarius* appliqué à la noix du Brésil.

Aujourd'hui, les recherches s'orientent vers la caractérisation des écosystèmes microbiens, en relation avec les moisissures toxigènes, et le développement de mesures de lutte biologique avant et après récolte, comme l'élicitation, la compétition, la dégradation et l'adsorption. ■

Contact > Catherine Brabet, Noël Durand, Montpellier, unité mixte Démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité (Qualisud)

Partenaires >
Organisation mondiale du Commerce (OMC), Fonds pour l'application des normes et le développement du commerce (FANDC), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, Brésil), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brésil), National Food Administration (NFA, Suède), Instituto tecnológico de Vera Cruz (ITV, Mexique), Universidad Central de Venezuela, Universidad Ezequiel Zamora (Venezuela), Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf, république Dominicaine), secteur privé

Duris D. et al., 2010. Ochratoxin A contamination of coffee batches from Kenya in relation to cultivation methods and post-harvest processing treatments. Food Additives and Contaminants, 27 : 836-841.



© D. Cornélis/Cirad

axe 4 \ **santé animale**

Anticiper et gérer
les risques sanitaires
infectieux liés
aux animaux sauvages
et domestiques

ACCORDS, PARTENARIATS

Le projet **Parsel**, qui associe le Cirad, l'université du Zimbabwe et les parcs nationaux zimbabwéens, suit les mouvements du bétail et des ongulés sauvages dans le parc transfrontalier du Grand Limpopo afin de comprendre et limiter la propagation de certaines maladies. Depuis 2008, les résultats obtenus sont encourageants et le protocole vient d'être étendu à l'Afrique du Sud et au Mozambique.

Plusieurs accords ont été conclus avec la FAO pour contribuer au **programme FETP** (*Field Epidemiology Training Programme*) en Chine, apporter une expertise en Egypte dans le domaine de la **grippe aviaire** et étudier l'écoépidémiologie de **fièvre de la vallée du Rift** au Botswana et au Zimbabwe. La FAO a financé le projet Cnidi (*Chobe and Ngamiland Interface Disease Investigation*) afin d'établir des données préliminaires sur la circulation de maladies zoonotiques à l'interface entre faune et bétail du parc national de Chobe et du delta de l'Okavango dans le nord du Botswana. Ce projet, coordonné par le Cirad depuis l'Afrique du Sud, a permis de dépister un millier de têtes de bétail et 170 buffles sauvages à l'intérieur et à la périphérie de ces deux aires protégées.

COLLOQUES, PUBLICATIONS, COMMUNICATIONS

L'atelier « Maladies parasitaires, bactériennes, génétiques ou virales d'intérêt médical et vétérinaire en Afrique » s'est tenu du 22 au 26 novembre 2010 à Bobo-Dioulasso, au Burkina Faso. Le Cirad y a présenté, avec ses partenaires de l'université de Pretoria, les principaux résultats du projet de développement d'un réseau épidémiologique pour le **suivi de la fièvre aphteuse dans le parc transfrontalier du Grand Limpopo**, coordonné depuis l'Afrique du Sud pendant quatre ans. Ces résultats permettent désormais de définir un projet plus ambitieux de gestion de cette maladie.

Le projet **Eden** (*Emerging Diseases in a changing European Environment*) a produit de nombreux résultats, qui ont été présentés à Montpellier, en mai, lors de sa conférence de clôture à la communauté scientifique et à la presse. Parmi les retombées, un reportage en six langues de la chaîne Euronews sur le rôle des rongeurs des bois dans la transmission de virus par les tiques en Europe centrale.

Un séminaire sur les **maladies infectieuses animales émergentes et la santé animale en Méditerranée** était organisé par l'Inra et le Cirad à Montpellier, en octobre.

Les méthodes d'évaluation des réseaux de surveillance ont fait l'objet d'un séminaire international organisé à Bangkok dans le cadre du projet **Revasia**, en décembre. Ce séminaire réunissait les partenaires français et asiatiques [Cambodge, Thaïlande et Vietnam] du projet et des observateurs étrangers [Australie, Royaume-Uni, Etats-Unis, OIE et FAO].

L'analyse des données des différents sites [Afrique et Asie] du projet **Gripavi** a fait l'objet de formations à l'université de Pretoria et à l'université du Zimbabwe dans les domaines des biostatistiques et de l'analyse et modélisation des réseaux sociaux.

Le **réseau Grease**, Gestion des risques émergents en Asie du Sud-Est, s'est élargi à la Chine.

La réunion annuelle du **projet Ceropath** s'est tenue à Vientiane, au Laos, en novembre 2010 pour dresser un premier bilan des études sur les maladies émergentes des rongeurs en Asie du Sud-Est.

Les liposomes : un système vaccinal innovant

Si l'efficacité d'un vaccin repose sur le choix des antigènes qu'il renferme, elle dépend tout autant de son système de délivrance : il doit cibler les cellules clés de la réponse immunitaire et tenir compte des voies de transmission de l'infection. Du fait de leur structure modulable et de leur facilité de préparation, les liposomes peuvent aisément servir dans ce cas. Des chercheurs du Cirad viennent de mettre à profit les propriétés physico-chimiques de ces particules pour concevoir des vaccins d'usage vétérinaire.

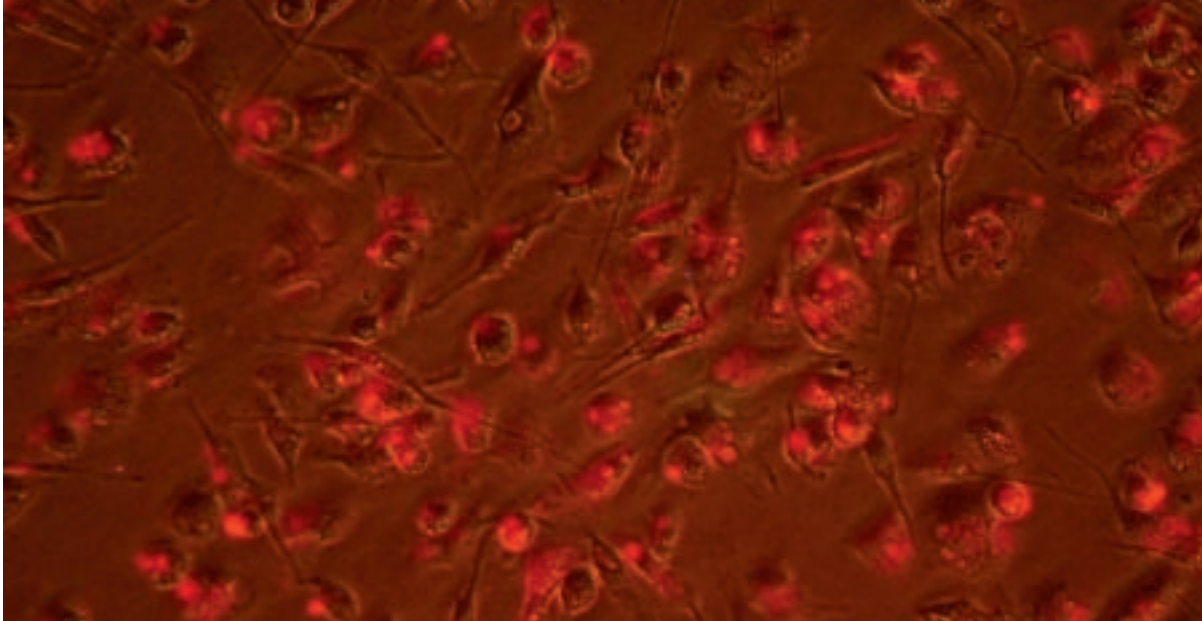
L'efficacité d'un vaccin repose sur l'identification des composants de l'agent pathogène capables d'induire une réponse immunitaire protectrice, mais aussi sur le système de délivrance chez l'hôte. La voie d'immunisation est également importante. Dans le cas d'une maladie respiratoire ou digestive, il est essentiel d'induire une immunité au point d'entrée du micro-organisme.

Les liposomes : une technique simple et peu coûteuse

Les liposomes sont des vésicules lipidiques artificielles capables d'encapsuler et de protéger des protéines ou du matériel génétique. De structure et de composition flexibles, ils peuvent contenir de grandes quantités de



Formulation des liposomes pour la vaccination orale des truites. © M. Mockey/Cirad



Transfection de cellules bovines par des liposomes chargés en phycoérythrine.
© M. Mockey/Cirad

composés et sont particulièrement indiqués pour délivrer des vaccins et des médicaments par voie systémique ou mucoale. Leur usage s'est développé ces dernières années en médecine humaine, mais reste encore peu exploré en médecine vétérinaire. Les liposomes présentent cependant des atouts indéniables dans ce domaine puisqu'ils sont simples à mettre en œuvre et peu coûteux à produire. Le Cirad s'est donc intéressé aux liposomes dans le cadre de la vaccination contre les pathologies animales, conscient que cette technique serait facilement transférable dans les pays du Sud.

Vacciner les bovins par voie orale

La première étude a été conduite sur le vaccin contre la tuberculose bovine, qui, s'il pouvait être administré par voie orale, réduirait le coût des campagnes de vaccination. Pour mettre au point ce vaccin, plusieurs formulations de liposomes – neutres, cationiques ou anioniques – ont été testées in vitro quant à leur capacité à transfecter des cellules immunitaires bovines. Les liposomes cationiques se sont avérés les plus efficaces avec plus de 80 % de cellules transfectées et un taux d'encapsulation protéique de plus de 90 %. Des liposomes de ce type contenant deux antigènes vaccinaux contre la

tuberculose ont été testés sur des souris, et la réponse immunitaire induite a été supérieure à celle d'une simple injection d'antigènes. Des évaluations sur bovins sont maintenant envisagées.

La vaccination orale de truites d'élevage

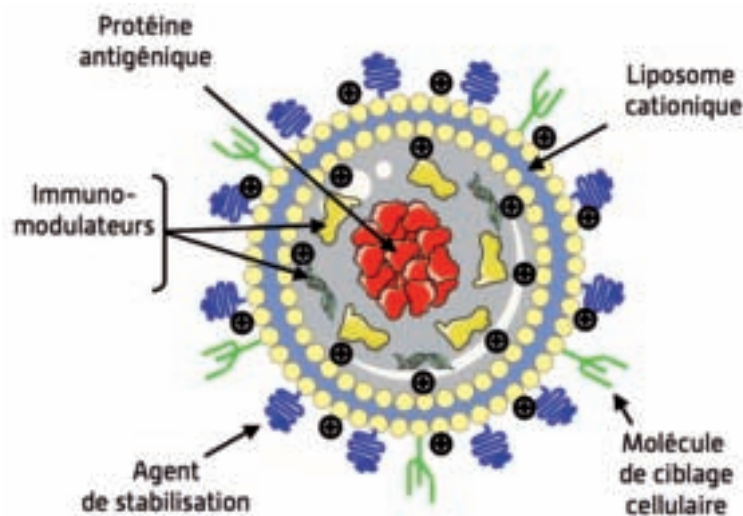
La seconde expérience a été menée sur la vaccination génique de truites d'élevage contre le virus de la septicémie hémorragique par voie orale. Cette méthode de vaccination serait d'un intérêt considérable en aquaculture où, jusqu'à présent, la vaccination est réalisée par injection, une

technique coûteuse et stressante pour les poissons. Une formulation innovante de vaccin a été mise au point : elle repose sur des liposomes dans lesquels a été chargé le gène de la protéine G du virus. Après délivrance orale, le gène G a été détecté dans le tube digestif des truites et une réponse immunitaire humorale et cellulaire spécifique du virus a été obtenue. L'efficacité protectrice est en cours d'étude, mais les premiers résultats sont d'ores et déjà encourageants et un brevet a été déposé. ■

Contact > Laurence Dedieu, unité mixte Contrôle des maladies animales exotiques et émergentes (CMAEE)

Dedieu L. et al., 2010. Nouveaux liposomes de vaccination génique. Brevet.

Heegaard P. et al., 2011. Adjuvants and delivery systems in veterinary vaccinology: current state and future developments. Archives in Virology, 156 : 183-202. Doi : 10.1007/s00705-010-0863-1



Les liposomes cationiques présentent des atouts en vaccinologie vétérinaire.

Partenaires > Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (Inia, Espagne), Union européenne

Optimiser les campagnes de lutte contre les glossines en Afrique de l'Ouest

Au Burkina Faso, en Guinée et au Sénégal, trois ambitieux projets d'éradication des glossines ont été lancés récemment. Ils se fondent sur les résultats obtenus par le Cirad et ses partenaires sur l'écologie des populations de mouches et leur localisation. Des connaissances et des méthodes qui seront mises à profit pour optimiser, dans chaque situation, la lutte contre les trypanosomoses africaines.

En Afrique de l'Ouest, les trypanosomoses animales transmises par les glossines ont une incidence économique considérable sur l'élevage. Une vaste campagne d'éradication panafricaine (Pattec) a été lancée en 2001 à l'échelle du continent. Des programmes nationaux viennent de débiter au Burkina Faso, en Guinée et au Sénégal. La recherche y joue un rôle déterminant en étudiant les populations ciblées et en développant des méthodes pour localiser leurs habitats.

Au Sénégal, une population de glossines isolée

Au Sénégal, l'un des principaux objectifs était de délimiter la zone infestée avec précision. En combinant les données de relevés botaniques au sol, de télédétection, de systèmes d'information géographiques et de GPS, les chercheurs ont pu réduire de 96 % la surface à échantillonner. Puis, grâce à la cartographie des habitats favorables par télédétection, les agents des services vétérinaires, guidés par leurs GPS, sont parvenus à délimiter la zone infestée par les glossines (*Glossina palpalis gambiensis*), soit environ 525 kilomètres carrés, traquant ces insectes jusqu'au fin fond de la région des Niayes.

Des analyses génétiques ont également été conduites à l'aide de marqueurs microsatellites et mitochondriaux, couplée à la morphométrie. Elles ont démontré que la population de glossines était totalement isolée de la ceinture glossinienne située quelque cent kilomètres



Glossina palpalis gambiensis dans un gîte de repos naturel. © O. Esnault

plus au sud, dans le Sine Saloum. Il est donc possible d'envisager l'éradication de cette population.

Au Burkina Faso, prévenir les ré-invasions

Au Burkina Faso, les analyses génétiques ont, en revanche, révélé que les populations de glossines riveraines parviennent toujours à échanger des gènes le long de la rivière du Mouhoun, et ce, malgré une fragmentation importante des forêts-galeries, leur habitat privilégié. Il semble que ces glossines soient également capables de franchir les interfluvies séparant les bassins-versants voisins comme le Mouhoun et la Comoé. Dans cette région, l'éradication passera donc par l'installation de barrières aux limites des zones libérées, afin de prévenir toute ré-invasion. En l'absence de telles mesures, la vitesse de ces ré-invasions est estimée à 7,5 kilomètres par an.

En Guinée, une population insulaire supprimée

En Guinée, la campagne d'éradication des glossines des îles de Loos, un archipel situé au large de Conakry, fait suite à une étude génétique et morphométrique. Cette étude a prouvé l'isolement de la population insulaire de glossines par rapport à celle du continent. Plusieurs techniques de lutte antivectorielle ont été utilisées et, en juillet 2010, plus aucune mouche n'était retrouvée dans les pièges sentinelles déployés sur les îles. Ce résultat reste cependant à confirmer et la vigilance est toujours de mise. Dans ces habitats fragmentés, les glossines survivent en effet sous forme de métapopulations, avec des vagues de colonisation et d'extinction.

La prochaine étape consiste à construire des modèles spatiotemporels de dynamique des populations, afin d'optimiser la lutte intégrée contre ces vecteurs, en combinant l'utilisation d'insecticides (pièges imprégnés, traitement épicutané du bétail) et des méthodes efficaces sur les populations à faible densité, comme la technique des mâles stériles. ■

Contact >
Jeremy Bouyer, Dakar,
unité mixte Contrôle de maladies
animales exotiques et émergentes,
Philippe Solano, Montpellier, IRD,
unité mixte Interactions
hôtes-vecteurs-parasites
dans les infections
par trypanosomatidae (Intertryp)

Partenaires >
Direction des
services vétérinaires
(Sénégal), Institut
sénégalais de
recherches agricoles
(Isra, Sénégal),
Organisation
des Nations unies
pour l'alimentation
et l'agriculture
(FAO), Agence
internationale
de l'énergie
atomique (AIEA),
Centre international
de recherche-
développement
sur l'élevage en
zone subhumide
(Cirdes, Burkina
Faso), Ministère
de la Santé
et de l'Élevage
(Guinée), United
States Department
of State
(États-Unis), Institut
de recherche pour
le développement
(IRD)

Bouyer J. et al.,
2010. Population
structure of
*Glossina palpalis
gambiensis*
(Diptera:
Glossinidae)
between river
basins in
Burkina Faso:
consequences for
area-wide
integrated pest
management.
Infection,
Genetics and
Evolution, 10 :
321-328.

L'écologie de la santé et la gestion des maladies émergentes au Zimbabwe



Prise de sang sur un buffle. © M. de Garine-Wichatitsky/Cirad

Depuis 2008, les chercheurs du Cirad et leurs partenaires suivent les mouvements du bétail et des ongulés sauvages à la frontière du parc national du Gonarezhou, au Zimbabwe. Leur objectif : comprendre et limiter la propagation de certaines maladies. Les résultats obtenus sont si encourageants que le protocole vient d'être étendu à l'Afrique du Sud et au Mozambique.

L'élevage est l'une des principales activités des communautés villageoises en bordure du parc national du Gonarezhou au Zimbabwe. Or, à l'instar de la majorité des aires protégées en Afrique, la clôture qui délimite le parc n'existe pas ou est très dégradée si bien que le bétail et les animaux sauvages la franchissent fréquemment dans les deux sens pour accéder aux ressources en eau et en fourrage. Ces interactions entre faune sauvage et bétail domestique augmentent le risque de transmission de maladies. L'équipe de la plateforme de recherche Production et conservation en partenariat (RP-PCP), l'un des dispositifs prioritaires du Cirad, a suivi ces déplacements pendant trois ans et étudié la propagation de certaines maladies, notamment les zoonoses.

Limiter les contacts entre faune sauvage et bétail

L'équipe de chercheurs a ainsi démontré que la tuberculose bovine avait récemment fait son apparition chez les buffles au Zimbabwe. L'absence de barrières et les contacts potentiels entre la faune et le bétail en périphérie du parc soulèvent de fortes inquiétudes quant à la diffusion possible de la maladie au bétail et à

ses propriétaires. Les conséquences qu'elle pourrait avoir, notamment sur des habitants déjà immunodéprimés par la pandémie de VIH, pourraient s'avérer désastreuses.

Identifier les pratiques à risque

Plusieurs enquêtes réalisées auprès des éleveurs en bordure du parc ont mis en évidence certaines pratiques qui pourraient favoriser la contamination du bétail, comme l'utilisation des pâturages et des points d'eau du parc. Depuis 2008, six études ont été lancées pour réaliser un état des lieux et un suivi des pathogènes. Parallèlement, 12 buffles ont été équipés de colliers GPS dans le sud-ouest du parc, ainsi que 12 vaches provenant de 12 troupeaux sélectionnés dans une zone communale adjacente. Ces suivis télémétriques fins permettent de caractériser avec précision la distribution spatiale et les mouvements de la faune et du bétail.

Ce type d'étude, fondé sur le suivi simultané par télémétrie des animaux sauvages et domestiques, est très innovant et son succès a persuadé le Cirad et ses partenaires d'étendre ce protocole aux pays voisins de la zone de conservation transfrontalière du grand Limpopo, qui comprend les

Partenaires >
Centre national de la recherche scientifique (CNRS), University of Zimbabwe, National University of Science and Technology (Zimbabwe), Zimbabwe National Parks and Wildlife Management, South African National Parks (SANParks), University of Pretoria (Afrique du Sud), Services vétérinaires (Zimbabwe, Afrique du Sud, Mozambique)

parcs nationaux du Kruger, en Afrique du Sud, du Limpopo, au Mozambique, et du Gonarezhou, au Zimbabwe, et leurs zones périphériques. ■

Contact > Michel de Garine-Wichatitsky, Alexandre Caron, Harare, Daniel Cornelis, Montpellier, unité Animal et gestion intégrée des risques

Les colliers GPS permettent de suivre précisément les déplacements du bétail.
© M. de Garine-Wichatitsky



de Garine-Wichatitsky M. et al., 2010. Bovine tuberculosis in buffaloes, Southern Africa. Emerging Infectious Diseases, 16 : 884-885.

La fièvre de la vallée du Rift : quels risques pour l'Eurasie ?

Le Cirad mène des travaux sur les mécanismes de transmission de la fièvre de la vallée du Rift dans plusieurs pays touchés par cette maladie, mais aussi dans des pays encore indemnes afin d'évaluer les risques d'introduction. Grâce aux réseaux qu'il a mis en place, il peut évaluer les risques de progression et surtout proposer des recommandations de gestion des risques afin d'éviter sa propagation.

La fièvre de la vallée du Rift est une arbovirose zoonotique émergente majeure, qui sévit en Afrique subsaharienne continentale, dans l'océan Indien, en Egypte et dans la péninsule arabique. Transmise soit par des moustiques vecteurs, soit par contact direct avec des produits virémiques, la maladie provoque, chez les très jeunes ruminants, des mortalités massives et, chez les femelles gestantes, des vagues d'avortement. Outre les pertes économiques directes, la fièvre de la vallée du Rift constitue une forte contrainte aux échanges des animaux et de leurs produits. La diversité des écosystèmes où la maladie est présente et la mondialisation des échanges fait de la fièvre de la vallée du Rift un problème global.

Le Cirad mène des travaux sur cette maladie au Yémen, où il a analysé les risques de réintroduction, à Madagascar et en Afrique australe, où

il étudie les mécanismes de maintien et de dissémination du virus via le commerce d'animaux sur pieds ou au sein de la faune sauvage. En Asie du Sud-Est et en Europe, il conduit des travaux pour évaluer le risque d'introduction, de dissémination et d'endémisation de la maladie.

Ces vingt dernières années ont, en effet, été marquées par une recrudescence de l'activité virale, avec des épidémies, au Soudan, à Madagascar et en Afrique australe, et une expansion géographique de la maladie. Les perturbations environnementales et la globalisation des échanges jouent un rôle prépondérant dans cette recrudescence, et il est à craindre que la maladie ne continue de s'étendre à des zones jusque-là indemnes.

C'est ainsi que l'Asie du Sud-Est est menacée. Les échanges commerciaux sont nombreux entre l'Afrique et cette région, et son climat autorise

la présence de moustiques potentiellement vecteurs tout au long de l'année. Une fois introduit, le virus risque de se propager rapidement et de manière incontrôlée. C'est ce risque d'introduction que le Cirad évalue dans le cadre du dispositif prioritaire Grease qui vient d'être mis en place. ■

Contact >
Véronique Chevalier, Montpellier, François Roger, Bangkok, unité Animal et gestion intégrée des risques

Partenaires > Agence nationale de sécurité sanitaire (Anses), Agronomes et vétérinaires sans frontières (AVSF), Ecole nationale vétérinaire de Lyon (ENVL), Centre national de la recherche appliquée au développement rural (Fofifa, Madagascar), Institut Pasteur de Madagascar, Institut Pasteur de Paris, Institut Pasteur du Cambodge, Institut de recherche pour le développement (IRD), Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie (IZS, Italie), Ministère de l'Irrigation et Agriculture (Yémen), Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Organisation mondiale de la santé animale (OIE), Royal Veterinary College (Royaume-Uni), Services nationaux de recherche agricole (Botswana, Madagascar, Yémen, Zimbabwe), Université de Kasetsart (Thaïlande), University of Pretoria (Afrique du Sud), University of Sanaa (Yémen)

Abdo-Salem S. et al., 2011. Can environmental and socio-economic factors explain the recent emergence of Rift Valley fever in Yemen, 2000-2001? Vector Borne Zoonotic Diseases. [sous presse]



© S. Abdo-Salem/Cirad

Au Yémen, le Cirad analyse les risques de réintroduction de la fièvre de la vallée du Rift. Ici, un élevage de chèvres en provenance de la Corne de l'Afrique en quarantaine.

Les maladies émergentes : épidémiologie chez le végétal, l'animal et l'homme

Les maladies émergentes, causes de crises sanitaires potentiellement dévastatrices, représentent un enjeu majeur pour la santé végétale, animale et humaine. Difficiles à anticiper en raison de leur caractère nouveau et imprévisible, elles font l'objet, dans cet ouvrage, d'une réflexion pluridisciplinaire et d'une analyse spécifique. Deux chapitres intéressent le monde tropical et ont été rédigés par des chercheurs du Cirad : celui sur la fièvre de la vallée du Rift et celui sur la fièvre catarrhale ovine (bluetongue). Ces deux maladies sont emblématiques de l'émergence hors du continent africain. Ce sont, en effet, deux maladies vectorielles qui ont introduites et qui se sont maintenues dans certains agroécosystèmes sous les effets conjugués de déterminants climatiques, environnementaux et socio-économiques.

Barnouin J., Sache I., Les maladies émergentes : épidémiologie chez le végétal, l'animal et l'homme. Versailles, Quae, Coll. Synthèses, 446 p.

Les oiseaux sauvages et la transmission de l'influenza aviaire en Afrique

Le rôle des oiseaux sauvages dans la transmission des virus de l'influenza aviaire reste mal connu.

Le Cirad a adopté une démarche qui intègre données sur l'écologie des hôtes, infections expérimentales et suivis par télédétection et par télémétrie satellitaire pour mieux cerner leur implication dans la persistance et la dispersion de ces virus.



© P. Poilecot/Cirad



Grâce à la télémétrie satellitaire, il est possible de localiser les canards sauvages lors de leurs migrations.

© N. Gaidet/Cirad

La surveillance des virus de l'influenza aviaire chez les oiseaux sauvages a fait l'objet d'un effort considérable sur le plan mondial à la suite de l'émergence du virus H5N1 hautement pathogène. Toutefois, le rôle des interactions écologiques entre virus et oiseaux sauvages dans la dynamique de transmission de cette zoonose reste mal connu. Pour comprendre les liens entre l'écologie et l'épidémiologie de cette zoonose, le Cirad a adopté une démarche qui intègre données sur l'écologie des hôtes, infections expérimentales, suivi environnemental par télédétection et suivi des déplacements par télémétrie satellitaire.

Une circulation continue des virus chez les oiseaux sauvages

Des suivis réalisés au Mali et au Zimbabwe ont mis en évidence pour la première fois la circulation continue des virus de l'influenza aviaire dans des communautés d'oiseaux sauvages en zone afrotropicale. Les canards sauvages semblent jouer un rôle essentiel dans la persistance de ces virus dans les écosystèmes africains, à l'instar de celui qu'ils jouent

dans les écosystèmes tempérés. La modélisation de la distribution de ces canards grâce aux outils de télédétection permet d'identifier et de prédire les zones et les années à risques d'introduction et de transmission de virus aux oiseaux domestiques. L'existence d'une circulation endémique des virus en Afrique tropicale est également confirmée par une étude réalisée à l'échelle du continent africain. Les variations de prévalence des virus, mesurées chez près de 9 000 canards sauvages dans 15 pays entre 2006 et 2009, révèlent l'influence de plusieurs facteurs écologiques tels que la densité d'oiseaux.

Les canards migrateurs peuvent-ils disperser ces virus sur de longues distances ?

À la suite de l'expansion rapide du virus H5N1 en Asie, en Europe et en Afrique, les canards migrateurs ont été suspectés. S'il est vrai que ces oiseaux sont capables de déplacements sur de longues distances et ont parfois été trouvés infectés par le virus H5N1, leur capacité à disperser ce virus reste controversée. Une

Contact > Nicolas Gaidet, Julien Cappelle, Montpellier, Alexandre Caron, Harare, unité Animal et gestion intégrée des risques

étude réalisée par le Cirad dans le cadre d'un programme international coordonné par la FAO a permis de préciser le potentiel de dispersion de ces oiseaux. En analysant la portée et la fréquence de déplacement de 228 oiseaux de 19 espèces suivis par télémétrie satellitaire en fonction de la durée d'infection asymptomatique mesurée en condition expérimentale, le Cirad a montré que les canards migrateurs ont bien la capacité de disperser les virus sur de longues distances (jusqu'à 2 000 kilomètres en moyenne), mais la probabilité d'une telle dispersion par un oiseau est très faible (5 à 15 jours par an), chaque oiseau n'effectuant que rarement de grands déplacements.

Gaidet N., Cappelle J. et al., 2010. Potential spread of highly pathogenic avian influenza H5N1 by wildfowl: dispersal ranges and rates determined from large scale satellite telemetry. *Journal of Applied Ecology*, 47 : 1147-1157.

Ces travaux permettent de mieux comprendre l'influence de la distribution, de l'abondance et des mouvements des animaux sauvages sur la dynamique des maladies infectieuses. Des études complémentaires sont en cours sur le rôle spécifique de certaines espèces d'oiseaux sauvages dans la transmission des virus de l'influenza aviaire, mais aussi de la maladie de Newcastle ou du West Nile, en particulier les espèces qui pourraient constituer des relais entre les oiseaux sauvages et domestiques. ■



© P. Poilecot/Cirad

axe 5 \ politiques publiques

Accompagner
les politiques publiques
pour réduire
les inégalités structurelles
et la pauvreté

ACCORDS, PARTENARIATS

Le Cirad était présent à Nagoya, au sommet de l'Onu sur la biodiversité. En tant qu'utilisateur de ressources génétiques pour l'amélioration des variétés cultivées et partenaire des pays du Sud, il est très impliqué dans ces réflexions. Il a également participé à la **Conférence des Nations unies sur le changement climatique** à Cancún, au Mexique

Le Centre d'analyse stratégique (Cas), directement rattaché au Premier ministre français, a fait appel à l'expertise du Cirad pour alimenter les réflexions sur deux thématiques d'actualité : la lutte contre la déforestation et la cession d'actifs agricoles à des investisseurs étrangers dans les pays en développement. Un séminaire a été organisé, deux notes de veille et un rapport ont été rendus.

L'accord-cadre entre le Cirad et la **Conférence des présidents d'université (CPU)**, signé en avril, permettra aux deux établissements de développer leurs collaborations dans l'enseignement supérieur, y compris avec les établissements des pays du Sud.

L'Afrique australe fait l'objet de l'accord entre le Cirad et l'université de Pretoria signé en avril, qui confirment ainsi leur volonté d'approfondir leur partenariat. Enjeu de cette signature : la construction d'un pôle de coopération en sciences agricoles et naturelles et la création d'une plateforme de recherche régionale sur les politiques publiques et la gouvernance.

Méditerranée : le Cirad a signé en mai deux accords avec d'importants centres de recherche égyptiens, l'ARC, Agricultural Research Center, et le NRC, National Research Centre, afin de faciliter le montage de projets de recherche communs et l'échange de chercheurs. Une convention a été signée avec le Bureau culturel de l'ambassade d'Egypte en France pour l'accueil et l'encadrement de jeunes doctorants égyptiens dans les dispositifs de recherche du Cirad.

COLLOQUES, PUBLICATIONS, COMMUNICATIONS

Agir sur la volatilité des prix pour la sécurité alimentaire et le développement : ce séminaire était organisé à Paris, en décembre, par le Gisa, Groupe interministériel pour la sécurité alimentaire, et le Grema, Groupe de recherche et d'échanges sur la régulation des marchés agricoles, auxquels le Cirad participe.

Perspective, la série de 4-pages synthétiques lancée par le Cirad en 2009, a publié quatre notes en 2010. Nourrir les débats, faire évoluer les idées, aider à la décision, tels sont les principaux objectifs de ce nouveau support.

Le commerce équitable est le thème d'un numéro spécial des *Cahiers Agricultures*, revue soutenue par le Cirad. Trois questions clés y sont développées : la concurrence entre labels, l'impact réel du commerce équitable, son rôle dans l'économie d'aujourd'hui.

La troisième conférence du réseau **Les outils pour décider ensemble**, à Montpellier en octobre, a étudié et testé notamment les outils et méthodes utiles à l'action collective, y compris à la gestion de conflits.

Production alimentaire localisée ou mondialisée, quelles sont les conséquences en termes de durabilité et d'intérêts des consommateurs ? Le séminaire international organisé par l'European Association of Agricultural Economists (EAAE) et le Gis-Syal a abordé ces questions en octobre, en Italie.

Services financiers à Ixmiquilpan, Mexique. © B. Losch/Cirad



Réinvestir les stratégies de développement pour répondre aux défis structurels

L'agriculture a un rôle essentiel dans le développement et la réduction de la pauvreté.

Mais au-delà de sa fonction de production, elle devra aussi générer plus d'activités, de revenus et d'emplois afin de faciliter la transformation rurale et le changement structurel. C'est cette fonction qu'a explorée le programme RuralStruc, mis en œuvre par la Banque mondiale avec l'appui du Cirad, en analysant en détail la réalité socio-économique des zones rurales dans plusieurs pays du Sud.

Le Rapport sur le développement dans le monde 2008 de la Banque mondiale a rappelé le rôle central de l'agriculture dans le développement et la réduction de la pauvreté. Mais il a rappelé aussi, en référence aux transitions économiques passées, la nécessité, pour les producteurs les moins compétitifs et les plus mal dotés en facteurs de production et en capital humain, de sortir de l'agriculture. Pour ces derniers, trois grandes options sont envisageables : le salariat agricole, la participation à d'autres activités rurales en tant qu'entrepreneur ou salarié, la migration. Le programme RuralStruc, mis en œuvre par la Banque mondiale avec l'appui scientifique et technique du Cirad, a exploré en détail la réalité socio-économique des zones rurales de sept pays situés à des stades différents de changement structurel et d'intégration à l'économie mondiale.

Des enquêtes auprès de ménages ruraux dans sept pays

Les enquêtes réalisées auprès de ménages ruraux ont permis d'estimer les niveaux de revenus, de préciser la structure des systèmes composites d'activités et la place respective des revenus agricoles et non agricoles. Elles apportent un éclairage renouvelé sur la pauvreté et la diversification rurales. Les résultats, marqués par la grande hétérogénéité des

situations locales, révèlent une pauvreté durable, particulièrement forte en Afrique subsaharienne, où les revenus par tête sont nettement inférieurs à 2 dollars (à parité de pouvoir d'achat) par personne et par jour. Dans un tel contexte, la recherche de la sécurité alimentaire par la production vivrière et l'autoconsommation est la règle. Le développement de l'intégration et des différentes formes contractuelles est marginal et très localisé et les produits commercialisés restent largement cantonnés aux circuits d'échange traditionnels. Le recours aux autres activités rurales est généralisé, mais il s'agit le

plus souvent d'une diversification fondée sur des opportunités ponctuelles, mal rémunérées, qui ne correspondent pas à de véritables options de sortie de la pauvreté.

L'emploi, premier défi pour l'Afrique subsaharienne

La confrontation des résultats d'enquêtes avec la réalité économique et démographique des pays d'Afrique subsaharienne a permis de mettre en évidence l'ampleur des défis auxquels ces pays doivent faire face.

Partenaires >
Banque mondiale, Fonds international pour le développement agricole (Fida), Agence française de développement (AFD), Ministère des Affaires étrangères et européennes, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Pêche (France), Ministère de l'Agriculture et Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Mexique), Ministère de l'Agriculture et Instituto de Investigación y Desarrollo Nitlapán (Nicaragua), Conseil général du développement agricole et Icon2e (Maroc), Initiative prospective agricole et rurale et Association sénégalaise pour la promotion du développement à la base (Sénégal), Ministère de l'Agriculture et Institut d'économie rurale (IER, Mali), Programme d'action pour le développement rural et APB Consulting (Madagascar), Ministère de l'Agriculture et Tegemeo Institute (Kenya).



Le Cirad est directement impliqué dans les enquêtes menées au Mali. Ici, des productrices d'oignons. © S. Fréguin/Cirad



Petit commerce informel à Morondova, Madagascar.
© S. Fréguin/Cirad

Et, en premier lieu, celui de l'emploi : le nombre de jeunes arrivant chaque année sur le marché du travail, estimé aujourd'hui à 17 millions, atteindra 25 millions en 2025, soit une demande en travail de l'ordre de 330 millions d'ici quinze ans (l'équivalent de la population actuelle des États-Unis), dont près de 200 millions en zone rurale.

Avec 65 % des actifs toujours dans l'agriculture — et jusqu'à 80 % dans certains pays —, une urbanisation sans industrialisation (l'informel urbain absorbe l'essentiel de la main-d'œuvre non agricole) et des perspectives de migrations internationales contraintes, l'agriculture va devoir jouer un rôle prépondérant. Au-delà de la fonction de production qui lui est généralement assignée, elle devra générer plus d'activités et de revenus afin d'accroître une demande solvable indispensable à la transformation rurale et au changement structurel.

Des politiques volontaristes devront être mises en œuvre avec des inves-

tissements massifs dans les infrastructures, la formation et l'innovation, le fonctionnement des marchés et l'intégration régionale, en veillant à réinvestir dans des stratégies de développement globales, longtemps délaissées au profit d'approches sectorielles trop faiblement articulées. La mise en œuvre de démarches territorialisées, renforçant les relations villes-campagnes et les fonctions des petites villes et bourgs ruraux, constitue l'une des principales recommandations issues du programme RuralStruc. ■

Contact > Bruno Losch, Washington, unité mixte Acteurs, ressources, territoires dans le développement (Art-Dev)

Losch B., Freguin-Gresh S., White E., 2010. Structural dimensions of liberalization on agriculture and rural development: A cross-regional analysis on rural change, RuralStruc programme, final report. World Bank, Washington.

<http://www.worldbank.org/afr/ruralstruc>



Le programme RuralStruc

Le programme RuralStruc sur les changements structurels des économies rurales dans la mondialisation est né d'une initiative conjointe de la Banque mondiale, de la Coopération française et du Fida. Lancé en 2006 pour une durée de quatre ans, le programme a été soutenu par un fonds multibailleur et a bénéficié de l'appui de trois chercheurs du Cirad, dont son coordonnateur. Il a réuni sept équipes nationales — Mexique, Nicaragua, Maroc, Sénégal, Mali, Kenya, Madagascar — dans un dispositif comparatif en deux phases (2006-2007 et 2007-2010), destiné à mettre en évidence la diversité des processus de changement et les modalités d'adaptation des ménages ruraux. Il s'est, notamment, appuyé sur des enquêtes réalisées auprès de 8 000 ménages dans 26 régions représentatives de la diversité des situations nationales. Au-delà de la coordination des travaux, le Cirad a également été directement impliqué dans les activités au Mali au travers d'un consortium avec la Michigan State University et l'Institut d'économie rurale. La diffusion des résultats au niveau national, mais aussi auprès des organisations régionales et des bailleurs de fonds, permet d'alimenter le débat sur les politiques de développement et la place particulière du secteur agricole et rural dans le changement structurel des pays en développement.

Réguler par les normes : les dispositifs de normalisation dans la gouvernance du développement durable

Longtemps cantonnée dans la sphère de responsabilité des pouvoirs publics ou des instances professionnelles, l'élaboration des normes sur les conditions de production et de transformation des matières premières agricoles repose de plus en plus sur la mobilisation d'acteurs non étatiques. Les recherches conduites par le Cirad mettent en évidence les conditions d'émergence et de fonctionnement de ces formes de régulation des filières à l'échelle mondiale, ainsi que leurs impacts sur les producteurs.

Les normes qui définissent des critères de production et de transformation d'un produit conformes aux principes du développement durable sont de plus en plus construites avec les sociétés civiles, voire élaborées par les acteurs non étatiques, comme les producteurs, les industriels, les organisations non gouvernementales ou les communautés locales. A la différence des réglementations émises par les pouvoirs publics, ces normes ne sont pas contraignantes sur le plan juridique et résultent d'un consensus entre des parties prenantes.

Un programme de recherche a été lancé par le Cirad pour comprendre les implications politiques et institu-

tionnelles de ces dispositifs de normalisation. Les études ont porté sur les programmes transnationaux de certification pour l'huile de palme et le soja et de certification forestière, sur les mesures agroenvironnementales mises en œuvre à l'échelle européenne et sur les systèmes d'information instaurés en France dans le cadre de la stratégie nationale de la biodiversité. Ces dispositifs sont tous conçus au nom du développement durable et mobilisent une multitude d'acteurs. Mais, au-delà du secteur d'activité, ils se distinguent par leur stade d'élaboration et par leurs mécanismes de contrôle et de sanction.

Partenaires >

Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri), Institut national de la recherche agronomique (Inra), Institut d'études politiques de Paris (IEPP)

Djama M., Foulleux E., Vagneron I., 2011. *Standard-setting, certifying and benchmarking. A governmentality approach to sustainability standard in the agro-food sector.* In : Ponte S. et al. (éd.), *Governing through standards: origins, drivers and limits.* Londres, Palgrave.

Dans le secteur forestier, la certification contribue parfois à segmenter davantage le marché.
© P. Sist/Cirad

Les normes durables : une innovation politique ?

Les travaux ont tout d'abord porté sur les conditions d'émergence des normes durables comme instruments d'action publique. Ils montrent que ces normes s'insèrent dans un cycle long d'internationalisation des politiques agricoles et que ces instruments, promus par des États et des organisations internationales, sont portés par une rationalité néolibérale. Les innovations introduites par ces dispositifs de normalisation concernent l'élargissement des parties prenantes et l'apparition de nouvelles exigences morales.

La mobilisation des connaissances

Les différentes instances de débat instaurées dans le cadre de ces dispositifs ont été abordées comme des réseaux de connaissances dans lesquels se confrontent différentes formes de savoir et de vision du monde. Les résultats mettent en évidence le rôle hégémonique d'un type d'expertise qui privilégie les informations « auditables », ce qui a pour effet de réduire les qualités écologiques et sociales à des indicateurs et d'occulter la complexité des écosystèmes et des rapports sociaux. Dans ce mouvement, les savoirs



scientifiques et les savoirs locaux sont subordonnés à un type d'expertise gestionnaire, qui privilégie les solutions de court terme.

L'effectivité des normes

L'efficacité et l'effectivité des normes ont été examinées à partir du secteur forestier, qui, du fait de son antériorité historique, offrait le recul nécessaire à ce genre d'exercice. L'évolution du marché des produits certifiés montre que la certification ne s'applique qu'à la frange de consommateurs sensibles des pays européens et nord-américains. Sur les marchés locaux des pays en développement et émergents, où la croissance de la demande de bois est exponentielle, la consommation responsable est absente ou tout au plus marginale. Aussi, au lieu d'avoir un effet d'entraînement « vers le haut » des modes de production les moins respectueux de l'environnement, les normes durables contribuent parfois à segmenter davantage le marché, en maintenant des niches pour les produits les plus vertueux.

L'effectivité des normes a également été mesurée, dans le secteur forestier, à l'aune de ses effets politiques. En premier lieu, les dispositifs de normalisation créent des espaces de dialogue, qui favorisent l'apprentissage et la résolution des conflits. Les normes ont aussi une influence sur les débats et les politiques à l'échelon international et national. Par exemple, les discours autour des droits accordés aux populations locales dans le cadre des certifications forestières influencent les processus législatifs nationaux et les négociations internationales sur les forêts. L'effet intégratif des normes se manifeste dans la manière dont les dispositifs de régulation volontaire privés s'insèrent dans des mesures de politique publique et, réciproquement, dont les politiques publiques peuvent trouver un terrain de mise en œuvre à travers les normes et la certification. ■

Contact > Marcel Djama, Montpellier, unité mixte Marchés, organisations, institutions et stratégies d'acteurs [Moisa]

Renouveler les approches de l'innovation : le symposium Isda 2010



© G. Serpantié/IRD

Organisé par le Cirad, l'Inra et Montpellier SupAgro, le symposium international Innovation et développement durable dans l'agriculture et l'agroalimentaire [Isda 2010] a rassemblé plus de 500 participants de 65 pays du 28 juin au 1er juillet, à Montpellier. Avec 300 communications, c'est un tour d'horizon complet de la problématique qui a été présenté. Les débats, centrés sur la capacité des systèmes agricoles et agroalimentaires à innover, ont débouché sur de nouvelles questions. Si le concept de système d'innovation est pertinent pour comprendre l'innovation comme un processus d'interaction, il semble nécessaire de se donner les moyens de mieux comprendre ces interactions : quels sont les

nouveaux acteurs impliqués ? Qui joue un rôle de médiateur ? Comment se font l'hybridation des savoirs et l'apprentissage ? Comment encourager la coordination entre ces acteurs variés ? Quelle doit être la place de la recherche ? C'est en posant ces questions que de nouvelles approches de l'innovation pourront être développées pour mieux répondre aux défis du développement durable.

Contact > Emilie Coudel, Montpellier, unité mixte Innovation et développement dans l'agriculture et l'agroalimentaire [Innovation]

Coudel E., Duvautour H., Soulard S., Hubert B., (éd.), 2010. Innovation and sustainable development in agriculture and food : Actes du symposium Isda, Montpellier, France, hal.archives-ouvertes.fr/ISDA2010

www.isda2010.net

Innover avec les acteurs du monde rural : la recherche-action en partenariat



La recherche-action en partenariat combine production de connaissances, transformation des réalités sociales et renforcement des compétences individuelles et collectives. Elle renouvelle les pratiques de recherche pour aboutir à des relations partenariales avec les acteurs ruraux (producteurs, conseillers et techniciens de terrains, responsables d'organisations paysannes...). Depuis plusieurs années, des chercheurs du Cirad travaillent sur cette démarche, qui a été présentée et discutée dans divers ateliers de formation et d'échange en Afrique. Ces ateliers ont permis de lancer localement plusieurs projets de recherche-action en partenariat, notamment au Cameroun et au Burkina Faso.

Un ouvrage paru en 2010 fait la synthèse de ces réflexions. Il présente les fondements de cette démarche et des éléments pour la mettre en pratique. Il souligne non seulement les questions théoriques, mais aussi les questions pratiques qu'elle soulève. L'ouvrage s'appuie sur un large éventail d'expériences dans l'agriculture des pays du Sud, qui illustrent comment des praticiens ont répondu aux défis d'une démarche qui est toujours à réinventer selon les contextes.

Faure G., Gasselin P., Triomphe B., Hocdé H., Temple L. (éd.), 2010. Innover avec les acteurs du monde rural : la recherche-action en partenariat. Versailles, Quae, 221 p.

Les aspects juridiques des indications géographiques : l'expérience indienne

Les indications géographiques sont des signes distinctifs qui permettent de valoriser les richesses naturelles d'un lieu et les savoir-faire de sa population. Le droit indien en la matière soulève plusieurs interrogations, que ce soit sur la validité d'indications géographiques fondées sur les seuls savoir-faire en l'absence de facteurs naturels, sur le rôle de l'Etat dans leur protection ou sur leur nature juridique. D'où l'idée de rejeter le concept de propriété pour adopter celui de droit d'usage d'une chose commune, une qualification qui s'applique à de nombreux pays où le Cirad intervient.

L'Inde, pays émergent à l'histoire ancienne, doté de nombreux produits d'origine, a mis en place un cadre juridique qui vise à protéger ses indications géographiques, qui éclaire d'un jour nouveau le concept de lien entre un produit et son origine. La loi, qui protège à la fois les produits de l'artisanat et les variétés traditionnelles, reflète de l'identité culturelle indienne, est une réponse aux menaces de la mondialisation. Mais cette expérience questionne le droit français et européen quant à la prise en compte des savoir-faire traditionnels en l'absence de facteurs naturels pour justifier l'ancrage au lieu, tout en confirmant l'intérêt des indications géographiques pour protéger la diversité des variétés végétales anciennes.

Les débats sur les produits de l'artisanat dépassent largement l'Inde et trouvent un écho dans l'ensemble des pays du Sud tout comme en Europe et questionne le principe d'un régime juridique de protection identique selon la présence ou non de facteurs naturels.

Le modèle indien

Le rôle omniprésent de l'Etat en Inde dans la protection des indications géographiques contraste avec le retrait de l'intervention des pouvoirs publics en France lié au contexte de libéralisation économique. L'intervention du gouvernement indien, qui aboutit à l'enregistrement d'indications géographiques au nom de



Plantation de théiers en Inde. © D. Marie-Vivien/Cirad

l'Etat, se justifie par la défense des producteurs défavorisés et la nécessité de préserver les produits de l'identité indienne.

Droit d'usage ou propriété

Le modèle indien de dualité des sujets de droit, avec d'un côté le propriétaire des indications géographiques, représentant des produc-

teurs, qui s'avère être directement ou indirectement l'Etat, et de l'autre côté les utilisateurs que sont les producteurs, interroge la nature juridique de l'indication géographique, que ce soit son caractère collectif ou sa dimension de droit public.

Au regard de l'expérience indienne, où ce modèle de propriété ne permet pas une adhésion suffisante des utilisateurs alors que cette question en Europe est éludée, il est proposé que l'indication géographique soit qualifiée de droit d'usage d'une chose commune, le principe de propriété devant être rejeté. La question du rôle joué par l'Etat dans la mise en œuvre de ce droit d'usage d'une chose commune, Etat dont la solidité et la transparence sont variables, apparaît transversale et cruciale au regard de son omniprésence, quels que soient les systèmes.

Ces travaux éclairent d'un jour nouveau les projets de mise en place d'indications géographiques auxquels le Cirad participe et fournit son expertise, en Afrique de l'Ouest, en Amérique du Sud ou en Asie, que ce soit au sujet des créations intellectuelles considérées, agricoles et non agricoles, ou au sujet des mécanismes institutionnels les plus pertinents à mettre en place. ■

Contact >
Delphine
Marie-Vivien,
Montpellier,
unité mixte
Innovation
et développement
dans
l'agriculture et
l'agroalimentaire
[Innovation]

Marie-Vivien D., 2010. The role of the state in the protection of geographical indications: From disengagement in France/Europe to significant involvement in India. *The Journal of World Intellectual Property*, 13 : 121-147. Doi : 10.1111/j.1747-1796.2009.00375.

Comment les Etats fabriquent-ils leurs politiques de développement rural durable ?

La notion de développement rural durable, introduite il y a une vingtaine d'années sur le plan international, a été largement reprise par les gestionnaires publics à l'échelon national. Mais comment des Etats que tout oppose — richesse, appareil productif, ressources naturelles... — peuvent-ils mettre en œuvre les mêmes préceptes avec un égal succès ? C'est la question à laquelle le projet Propocid, lancé en 2007 par le Cirad, l'Inra et le Gemdev, a tenté de répondre.

Le projet Propocid visait à comprendre comment se construisent concrètement les politiques de développement rural durable, compte tenu des spécificités des contextes nationaux — niveau de richesse, structure de l'appareil productif, nature des ressources naturelles, capacité administrative, histoire et traditions... Plus précisément, la question était d'analyser l'intégration et l'assimilation du développement durable dans les politiques publiques nationales.

Cette étude se fonde sur une analyse comparative de politiques agricoles dans des pays aux situations contrastées : pays émergents (Brésil, Mexique), pays industrialisé (France), région européenne ultrapériphérique (Nouvelle-Calédonie), pays à économie moins avancée (Mali, Madagascar). Il s'agissait tout d'abord d'étudier

les antécédents et la place de la durabilité dans les trajectoires de développement de chaque pays, puis de comprendre les modalités d'introduction de la durabilité à l'échelle nationale et le processus de construction des politiques nationales de développement, enfin, d'analyser les modalités d'application de ces politiques.

Les résultats mettent en lumière le rôle clé des processus de libéralisation économique et d'insertion compétitive des Etats au cours des années 1980-1990 sur la capacité d'intervention publique à l'échelon national et donc sur la mise en place du développement rural durable. Les pays dont les ressources sont les plus réduites sont, pour la plupart, contraints d'abandonner la gestion du développement durable à des opérateurs externes, alors que, pour les deux pays émergents, la durabilité consti-

tue un enjeu de recomposition socio-territoriale du monde agricole. En France et en Nouvelle-Calédonie, le développement durable n'apporte pas une contribution significative par rapport aux pratiques antérieures de développement et aux enjeux actuels. On observe également que, en légitimant la dualité de l'agriculture qui assigne des fonctions différentes aux secteurs entrepreneurial et familial, la durabilité a un effet structurel sur certaines agricultures nationales. Par ailleurs, du fait de la nature sectorielle des politiques mises en place, les principales innovations institutionnelles concernent l'articulation et la territorialisation de politiques publiques. ■

Contact > Philippe Bonnal, unité mixte Acteurs, ressources et territoires dans le développement (Art-Dev)

Partenaires >
Groupement d'intérêt scientifique pour l'étude de la mondialisation et du développement (Gemdev), Université Paris-Sud, Institut national de la recherche agronomique (Inra), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ, Brésil), Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (Ciesas, Mexique), Institut d'économie rurale (IER, Mali), Université de Bamako (Mali), Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (Essa, Madagascar), Université d'Antananarivo (Madagascar), Institut agronomique néo-calédonien (IAC), Université de Nouvelle-Calédonie, Agence nationale de la recherche (ANR)

Bonnal P. et al., 2010.

La production des politiques et compromis institutionnels autour du développement durable. Rapport final du projet Propocid. Paris, ANR.



Ressources forestières : gestion communale, gestion communautaire et développement local

Depuis une quinzaine d'années, la décentralisation politique et son corollaire, le transfert de gestion des ressources forestières de l'Etat aux communautés locales, sont en cours au Mali, au Niger et à Madagascar. Un projet de recherche coordonné par le Cirad s'intéresse, depuis 2007, à ces processus et aux liens qu'ils entretiennent. Son objectif est d'apporter des solutions simples et reproductibles pour améliorer le fonctionnement des filières de production et les revenus des populations et faire de ces forêts des espaces gérés à long terme et rentables.



Développer des activités productives nouvelles comme les huiles essentielles à Madagascar. © P. Montagne/Cirad

Partenaires >

Agence pour le développement de l'électrification rurale (Ader, Madagascar), Centre national de la recherche appliquée au développement rural (Fofifa, Madagascar), Participation à la gestion de l'environnement (Partage, Madagascar), Agence malienne pour le développement de l'énergie domestique et l'électrification rurale (Amader), Institut national de recherche agronomique du Niger (Inran), Groupement d'experts pour le développement urbain et rural (Gedur, Mali), Bureau d'experts en autogouvernance et gestion de l'environnement au Sahel (Beagges, Mali), ABC écologie (Niger), Union européenne

www.gesforcom.eu

bois d'œuvre au Mali. Il s'agissait de mettre en valeur durablement la biodiversité et de lutter contre la pauvreté. A Madagascar par exemple, deux unités d'électrification rurale décentralisée seront installées pour alimenter une unité de sciage et de séchage, qui permettra de mieux valoriser le bois d'œuvre en fabriquant des produits de première transformation de meilleure qualité. Ces centrales à vapeur de production d'électricité permettront aussi de valoriser la biomasse locale, comme les déchets végétaux et la balle de riz.

Politique de gestion communale et communautaire

L'équipe du projet s'est également investie dans l'élaboration de schémas d'aménagement forestier communaux et de plans d'aménagement forestier communautaires et a mis en place un suivi environnemental, garant de la durabilité de l'exploitation des forêts. Cette politique de gestion forestière vise en effet à conserver les ressources grâce à leur valorisation commerciale raisonnée, avec des quotas d'exploitation qui respectent les capacités des écosystèmes et augmentent la valeur économique des produits. C'est la seule politique à même d'assurer l'avenir des populations rurales.

Le projet Gesforcom (Gestion communale, gestion communautaire et développement local : vers une cogestion décentralisée des ressources forestières) analyse les liens entre la décentralisation politique et le transfert de gestion des ressources forestières de l'Etat aux communautés locales. En partenariat avec les chercheurs du Niger, du Mali et de Madagascar, le Cirad, qui coordonne ce projet avec l'appui de l'Union européenne, a ainsi pu définir les modalités d'une gestion durable, soutenue et rentable des ressources forestières des territoires, partagée

entre les communes et les communautés locales.

Mieux exploiter les ressources forestières

Le premier volet du projet concerne le développement des activités productives, qu'elles soient nouvelles, comme les huiles essentielles à Madagascar, ou anciennes — le charbon de bois, le raphia et le bois d'œuvre à Madagascar, la gomme arabique et le bois de feu au Niger, le

Le projet repose aussi sur la formation de tous les acteurs des filières, des bûcherons, collecteurs et charbonniers jusqu'aux transporteurs et commerçants en passant par les responsables des administrations forestières et communales. Ces formations, en adaptant les savoirs et les savoir-faire, vont permettre d'améliorer (de moins de 10 à près de 20 %) les rendements matière en bois d'œuvre ou de transformation du bois en charbon de bois. La qualité des produits comme la gomme arabique, les huiles essentielles et le raphia est, elle aussi, très sensiblement améliorée, ce qui accroît les prix payés aux producteurs primaires et les incite à respecter les normes et les règles d'exploitation définies dans les plans d'aménagement.

Contrats de transfert de gestion et écosystèmes

L'équipe s'est aussi intéressée aux répercussions des contrats de transfert de gestion sur la gestion durable des écosystèmes. Les études menées dans les forêts sèches de l'ouest de Madagascar et du Niger indiquent qu'il est possible de renforcer la gestion durable de ces forêts en valorisant leur multifonctionnalité.

D'une manière générale, si ces contrats ont des effets positifs sur la réduction de la pauvreté et sur l'appropriation des ressources par les villageois, ils entraînent aussi des déséquilibres dans la dynamique des fonctions des socioécosystèmes. Le

fait d'attribuer d'autres valeurs à l'arbre et aux écosystèmes forestiers que celles liées à la production de bois énergie doit favoriser un rééquilibrage de ces fonctions.

Enfin, la communication est un volet essentiel du projet. L'ensemble des résultats est diffusé auprès des acteurs sous la forme de plaquettes en langues nationales, de brochures et d'ouvrages. L'objectif du projet est en effet d'apporter des solutions simples et reproductibles pour améliorer le fonctionnement des filières et les revenus des populations afin que les forêts ne soient plus considérées comme des espaces sans fin de cueillette, voire d'exploitation illicite, mais soient perçues comme des territoires d'où l'on peut tirer des profits à long terme. ■

Contact >
Pierre Montagne,
Antananarivo,
unité Biens
et services
des écosystèmes
forestiers
tropicaux

Formation des grimpeurs à la collecte de feuilles de *Ravensara aromatica*, Madagascar. © V. Razafiaritiana





Récolte des dattes, Tunisie.
© O. Hébrard

axe 6 \ **espaces ruraux**

Mieux comprendre
les relations entre nature,
agriculture et sociétés
pour gérer durablement
les espaces ruraux tropicaux

ACCORDS, PARTENARIATS

AllEnvi, Alliance pour l'environnement (alimentation, eau, climat, territoires), quatrième alliance de recherche française après les alliances pour la santé (Aviesan), l'énergie (Ancre) et le numérique (Allistene), a pour objectif de créer des synergies entre douze acteurs de la recherche scientifique, dont le Cirad.

Avec le Cifor, Centre de recherche international sur les forêts, un accord poursuit les collaborations sur les problématiques de déforestation et de changement climatique.

Afin d'identifier des **priorités de recherche** d'intérêt mutuel pour l'Europe, l'Afrique, l'Amérique latine et l'Asie du Sud-Est, le Cirad a organisé le premier atelier réunissant les trois projets Inco-Net (International Cooperation Network) auxquels il participe sur le thème : sécurité alimentaire et adaptation des agricultures du Sud au changement climatique.

A Mayotte, le Cirad et l'unité mixte Tetis ont fourni au Conseil général un état de référence inédit de la végétation ligneuse (arbres, arbustes et lianes). L'opération s'est déroulée dans le cadre du projet Typologie forestière de Mayotte, financé par le Fonds européen de développement (Fed).

Agriculture et développement durable : Ce colloque présentait les résultats des 18 projets réalisés dans le cadre du programme fédérateur « Agriculture et développement durable » soutenu par l'ANR, l'Ademe, le Cemagref, le Cirad, l'Inra et l'Ifremer, à Paris en décembre.

COLLOQUES, PUBLICATIONS, COMMUNICATIONS

La biodiversité était à l'honneur en 2010. Des temps forts tout au long de l'année et à l'occasion de la fête de la science ont rappelé la large contribution du Cirad dans ce domaine, notamment dans l'outre-mer français. Plusieurs chercheurs du Cirad ont été sollicités dans les médias, une « disputation » a été organisée à Agropolis. Un dossier web, des vidéos, des ouvrages ont été réalisés.

Pour la 4^e édition du **festival CinéScience** du film scientifique en Languedoc-Roussillon (mars-avril), le Cirad, coorganisateur, a présenté deux films en compétition : *Yiriba, des sources de vie au Mali* et *Baobabs entre ciel et terre*. Ce dernier a reçu le Trophée d'argent au festival CinéScience de la Réunion en avril. Côté recherche, la revue *Bois et forêts des tropiques*, éditée par le Cirad, a produit plusieurs dossiers : Biodiversité, Produits forestiers non ligneux, Forêts sèches.



Les écosystèmes africains absorbent plus de carbone qu'ils n'en émettent. Ce constat est l'un des principaux résultats du projet européen CarboAfrica. Pendant plus de trois ans, 14 partenaires européens, dont le Cirad, se sont intéressés au cycle du CO₂ du continent.

Connaissance et gestion des écosystèmes tropicaux : ce colloque était organisé à Montpellier en décembre dans le cadre du programme de recherche « Ecosystèmes tropicaux » par le Gip Ecofor.



Le prix Clément Jacquot décerné par l'Académie d'Agriculture de France a été attribué à **Michel Arbonnier** pour son ouvrage de référence *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*.

Dans le cadre de la **Conférence mondiale sur la recherche agricole** pour le développement du GFAR (Global Forum for Agricultural Research) en mars à Montpellier, le Cifor, le Cirad et l'IRD ont organisé un séminaire : *Taking stock of smallholder and community forestry : Where do we go from here ?*

LandMod 2010, Conférence internationale sur la modélisation intégrative des paysages était accueillie à Montpellier en février. Elle était organisée par Agropolis Fondation, le Cirad, Global Land Project, l'Inra et le Réseau national des systèmes complexes.

En matière d'**Information scientifique et technique pour le développement rural**, les pratiques montrent que les paysans eux-mêmes font appel à tous les supports pour avoir accès à l'information technique. Une conférence était organisée par l'Association internationale des spécialistes de l'information agricole (Iaald), Agropolis International, le Cirad, l'IAMM, l'Inra et Montpellier SupAgro, en avril.

Le rôle de l'élevage dans les territoires a fait l'objet d'un numéro spécial des *Cahiers Agricultures*, revue coéditée par le Cirad. Ce numéro était coordonné par deux experts du Cirad et de l'Inra.

La Commission internationale d'irrigation et de drainage a tenu sa 24^e conférence européenne, Groundwater 2011, à Orléans, en mars. Le Cirad était partenaire de l'événement, avec l'Association française pour l'étude des irrigations et du drainage (Afeid).



Dégradation de la biomasse ligneuse dans une forêt de Guyane

Le bois mort peut représenter jusqu'à 40 % de la biomasse totale épigée des systèmes forestiers tropicaux. La dynamique de dégradation de cette biomasse est cependant mal connue.

En s'appuyant sur le réseau de parcelles de Paracou, en Guyane, une équipe du Cirad a lancé une étude d'envergure sur la décomposition du bois de 26 espèces forestières. Elle a ainsi pu mettre au point des modèles de décomposition simples, qui reposent sur trois variables : l'âge de la mort, le diamètre de l'arbre mort et la densité de son bois.

Les forêts, qui représentent 80 % de la biomasse épigée, jouent un rôle majeur dans le cycle global du carbone. Les forêts tropicales sont responsables à elles seules d'environ 35 % de la production primaire de la planète, et le bois mort est une composante essentielle de leur cycle, avec près de 40 % de la biomasse totale des arbres. Cependant, la cinétique de dégradation de ce bois mort est mal connue, d'où une incertitude dans les modèles globaux du cycle du carbone. Le Cirad, grâce au réseau de parcelles permanentes de Paracou, en Guyane, a pu étudier les paramètres de cette décomposition et en proposer des modèles explicatifs.

Un dispositif de recherche exceptionnel

Le dispositif de Paracou comprend 9 parcelles de 6,25 hectares mises en place en 1983. Avec plus de 550 espèces identifiées sur les parcelles, deux épisodes secs par an et une pluviométrie annuelle de plus de 3 mètres, la forêt de Paracou est typique des forêts de Guyane. Les inventaires, annuels jusqu'en 1995 et bisannuels par la suite, recensent la mortalité et la circonférence de tous les individus présents dont le diamètre, à 1,30 mètre de hauteur, est supérieur à 10 centimètres.

Grâce à la base de données issue de ces vingt-trois ans d'inventaire, les chercheurs ont pu récolter puis mesurer la fraction des fûts restée au sol pour 367 arbres morts de

26 espèces. Le bois de ces espèces couvre une large gamme de densité de 0,23 à 1,24 (à 12 % d'humidité) ainsi qu'une plage de circonférences au moment de la mort de 31,5 à 272,0 centimètres.

Modéliser le taux de décomposition

Le taux de décomposition a ensuite été modélisé. En plus de l'âge de la mort de l'arbre, du diamètre du tronc au moment de la mort et de la densité du bois, l'effet de plusieurs variables environnementales a été testé : le type de traitement forestier (abattage sélectif ou non exploité), le type de mort (sur pied ou couché au sol), le niveau topographique (bas-fonds ou haut de collines).

Les modèles de décomposition retenus expliquent jusqu'à 60 % de la variabilité en prenant simplement comme variables explicatives l'âge de la mort, le diamètre de l'arbre au moment de la mort et la densité de son bois. Ni le traitement forestier, ni la topographie n'ont d'effets significatifs sur les taux de décomposition du bois. Que l'arbre soit mort sur pied ou couché au sol n'a qu'un effet minime sur le modèle.

Dans l'ensemble, ces résultats suggèrent que la libération dans l'atmosphère du carbone contenu dans les arbres tropicaux morts peut être estimée à partir de trois variables : la circonférence de l'arbre au moment de sa mort, son âge et la densité de son bois. ■

Contact >
Jacques Beauchêne,
Kourou, unité mixte Ecologie des forêts de Guyane (Ecofog)

Héroult B. et al.,
2010. Modeling decay rates of dead wood in a neotropical forest. *Oecologia*, 164 : 243-251.
Doi : 10.1007/s00442-010-1602-8

Pour certaines espèces creuses (à gauche), la dégradation du duramen commence lorsque l'arbre est encore vivant, c'est le cas de *Vouacapoua americana*. Pour de nombreux arbres, la dégradation du bois débute après la mort de l'arbre, dans la partie périphérique en commençant par l'aubier, et gagne petit à petit la partie centrale du tronc, le cœur, comme pour *Eperua grandiflora* (à droite). © F. Muller/Cirad



Quand l'agriculture familiale préserve la forêt amazonienne

Préserver les forêts au sein des petites exploitations tout en améliorant le niveau de vie des agriculteurs, tel a été le principal enjeu d'un projet coordonné par le Cirad en Amazonie brésilienne. Avec des rendements trois fois supérieurs à la moyenne régionale, les itinéraires techniques proposés ont prouvé leur efficacité, et une valorisation à long terme de la forêt peut désormais être envisagée. Reste à promouvoir ces modèles d'organisation de la production pour qu'ils soient adoptés à grande échelle.



La transamazonienne. © P. Sist/Cirad

Lors de la colonisation de l'Amazonie brésilienne, qui a débuté en 1970, chaque famille d'agriculteurs se voyait attribuer un lot de terre, le long des nouveaux axes routiers. Les colons étaient autorisés à défricher entre 20 et 50 % de leur propriété, le reste devant être maintenu en forêt. Mais, en l'absence de techniques appropriées, les parcelles défrichées perdent vite leur fertilité et la meilleure alternative pour l'agriculteur consiste à convertir les cultures vivrières en pâturage. Au bout de quelques années, la propriété est entièrement déboisée, et les pâturages deviennent peu productifs en raison de la perte de fertilité des sols. Le plus souvent, l'agriculteur abandonne sa propriété et migre vers d'autres fronts pionniers pour recommencer le même processus.

Pour briser ce cycle, le projet Floagri (Floresta e agricultura) a été lancé par le Cirad et ses partenaires brésiliens, péruviens et équatoriens en 2005, grâce à un financement de l'Union européenne. Il avait pour objectifs de tester et de valider des itinéraires techniques conciliant agriculture et gestion forestière. À l'issue de quatre années d'activités, son bilan est très positif.

Des rendements trois fois supérieurs à la moyenne régionale

Au Brésil, une douzaine d'agriculteurs ont participé au projet. Il s'agissait pour eux d'implanter des parcelles agricoles permanentes de 1 à 2 hectares de plantes vivrières

Contact >
Plinio Sist,
Montpellier,
unité Biens
et services
des écosystèmes
forestiers
tropicaux

(maïs, riz) en adaptant le système du semis direct sous couvert végétal au climat tropical humide. Avec une productivité de 3 à 5 tonnes par hectare de riz ou de maïs, contre une moyenne régionale de 1 à 2 tonnes, les résultats sont particulièrement encourageants et démontrent qu'il est possible de cultiver des plantes vivrières en Amazonie sans déboiser et avec des rendements soutenus. Si la mise en place d'un tel système requiert un investissement, celui-ci ne dépasse pas les normes de prêts alloués par les programmes de crédit à l'agriculture familiale.

Des partenariats pour une exploitation forestière durable

L'équipe du projet a aussi accompagné trois plans d'aménagement forestier, ce qui lui a permis de mieux comprendre dans quelles conditions l'exploitation forestière pouvait être viable, d'un point de vue économique et écologique, pour l'agriculture familiale. Dans les conditions actuelles, les moyens financiers et techniques des agriculteurs pour réaliser eux-mêmes une exploitation forestière durable dans leur propriété restent encore très limités. Les exigences légales sont toujours orientées vers l'aménagement forestier à grande échelle et tiennent peu compte des spécificités de la gestion forestière communautaire à petite échelle. Le processus d'approbation d'une exploitation forestière est souvent long, de deux à trois ans, et nombreux sont les agriculteurs

Partenaires >
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, Brésil), Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazonia (Ipam, Brésil), Ministère de l'Environnement (Brésil), Fundação Viver Produzir Preserva (FVPP, Brésil), Université de la Selva (Unas, Pérou), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Iniap, Equateur)

qui abandonnent en cours de route. Enfin, les prix du marché restent très bas par rapport aux coûts d'exploitation : 60 dollars au mètre cube pour des coûts d'inventaires et d'exploitation proches de 50 dollars. L'une des solutions pour les agriculteurs consiste à établir des partenariats avec des entreprises forestières. Des accords de ce type ont déjà été conclus dans la région, même s'ils sont rares.

Si les résultats des parcelles agricoles permanentes sont prometteurs, les recherches sur la fertilité du sol et sur la réduction de l'utilisation d'engrais se poursuivent. L'exploitation forestière peut jouer un rôle essentiel dans la mise en place de systèmes d'exploitation durables grâce à la vente du bois, mais il reste à évaluer la véritable place de ces revenus forestiers dans les stratégies des agriculteurs. Enfin, les modèles d'organisation de la production doivent obtenir l'appui des institutions pour être adoptés à l'échelle d'une commune ou d'un territoire. Sans une politique publique de soutien à ces innovations techniques, ces modèles ne pourront essaimer. Il en va de la survie de l'agriculture familiale et de la sauvegarde de la forêt amazonienne. ■



Arbre de bois d'œuvre dans une parcelle forestière de la transamazonienne, *Manilkara huberi* (Sapotaceae). © P. Sist/Cirad

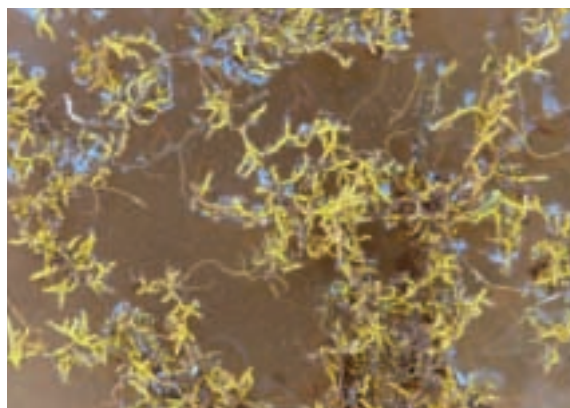
Les champignons mycorhiziens partenaires de l'adaptation des plantes à leur environnement

Les sols de la Nouvelle-Calédonie offrent des conditions extrêmes pour la vie. Leurs teneurs en métaux lourds, leurs carences en éléments nutritifs et leur composition déséquilibrée les classeraient parmi les sols les plus toxiques s'ils n'étaient naturels. Il y pousse cependant des forêts et des maquis diversifiés. Les plantes ont leurs propres stratégies d'adaptation, mais les champignons mycorhiziens auxquels elles sont associées leur permettent aussi de mieux tolérer ces contraintes. C'est ce que vient de démontrer une équipe du Cirad.

Du fait de la nature métallifère particulière de ses sols et de son isolement géographique, la Nouvelle-Calédonie est un véritable laboratoire pour l'étude de l'adaptation des plantes aux contraintes abiotiques. Ainsi, dans des sols qui seraient considérés comme très toxiques s'ils n'étaient naturels poussent spontanément des forêts et des maquis parmi les plus diversifiés au monde. Plusieurs stratégies d'adaptation végétale à ces contraintes ont été décrites : l'hyperaccumulation des métaux toxiques dans les feuilles ou la sève, notamment chez *Sebertia acuminata*, et la formation de racines spécialisées, chez les proteacées. Les travaux du Cirad viennent de démontrer que les champignons mycorhiziens jouaient eux aussi un rôle important dans cette adaptation.

La mycorhization, une parade à l'intoxication

Les cyperacées endémiques de la Nouvelle-Calédonie constituent, en l'absence de graminées natives, l'unique strate herbacée des maquis



Ectomycorhizes naturelles de *Pisolithus albus* en symbiose avec *Tristaniopsis guillainii*, sol métallifère du massif de Koniambo, Nouvelle-Calédonie. © M. Ducousso/Cirad

des sols métallifères. Ces espèces, à la différence des autres cyperacées, forment fréquemment des associations symbiotiques avec des champignons mycorhiziens arbusculaires, qui ont un rôle important dans la survie et la croissance des plantes. Cette mycorhization les protège aussi contre le nickel en réduisant considérablement le transfert de ce métal vers les feuilles.

Une tolérance au nickel démultipliée

Les myrtacées, en particulier les *Tristaniopsis* spp., entretiennent aussi,

sur leurs racines, des symbioses ectomycorhiziennes avec de nombreux champignons. Parmi ceux-ci, les populations néo-calédoniennes de *Pisolithus albus*, une espèce également présente en Australie, en Nouvelle-Zélande et très répandue sous les tropiques chez les eucalyptus, sont structurées en écotypes en fonction du terrain d'où elles proviennent. En Nouvelle-Calédonie, les souches des sols métallifères présentent une tolérance au nickel très élevée, de l'ordre de 1 600 micromolaires, soit 400 fois la dose tolérée par les souches provenant d'autres milieux, toutes sensibles à de très faibles concentrations de nickel soluble. Des essais de mycorhization ont été réalisés avec l'une de ces souches sur un eucalyptus de l'espèce *Eucalyptus globulus*, une essence exotique en Nouvelle-Calédonie, naturellement

sensible au nickel. L'eucalyptus s'est révélé dix fois plus tolérant au nickel que les eucalyptus mycorhizés par une souche sensible. Cette tolérance s'accompagne, là encore, d'une diminution très significative du transfert de nickel des racines vers les parties aériennes.

Ces travaux démontrent que les mycorhizes contribuent largement à l'adaptation de la plante hôte et trouvent un champ d'application qui va bien au-delà de la revégétalisation des sites miniers en Nouvelle-Calédonie. Ils ouvrent la voie à l'exploitation de la symbiose mycorhizienne dans l'adaptation des plantes à leur environnement. ■

Contact > Marc Ducouso, Montpellier, unité mixte Laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes

Jourand P. et al., 2010. Ultramafic soils from New Caledonia structure *Pisolithus albus* in ecotype. FEMS Microbiology Ecology, 72 : 238-249.

Fructification de *Pisolithus albus* dans un maquis à *Tristania* spp. sur un sol métallifère du massif du Koniambo, Nouvelle-Calédonie. © M. Ducouso/Cirad



Le logiciel Biotik récompensé

Le logiciel d'identification des espèces d'arbres des forêts des Ghâts occidentaux, en Inde, a reçu le premier prix du Centre de bio-informatique de l'université de Pondichéry ainsi que le prix Manthan Asie du Sud dans la catégorie *e-environnement*. Cette application, basée sur le logiciel d'aide à l'identification Idao, a été développée par le Cirad et l'Institut français de Pondichéry, dans le cadre d'un projet européen. Il s'agit d'un système multimédia d'aide à l'identification des espèces, qui fournit une description botanique et écologique des ligneux en anglais, mais aussi dans d'autres langues locales. Ce logiciel est destiné aux chercheurs et aux étudiants, aux forestiers et aux taxonomistes, qui pourront l'utiliser pour la gestion et la conservation des forêts. Le prix Manthan, décerné par l'Inde, récompense les meilleures innovations en matière de contenu électronique et de créativité. Le premier prix du Centre de bio-informatique de l'université de Pondichéry a été quant à lui décerné à l'occasion d'un colloque sur les tendances récentes dans les domaines de la bio-informatique structurale et la biologie quantitative.

Contact > Pierre Grard, Hanoi, unité mixte Botanique et bio-informatique de l'architecture des plantes (Amap)

Partenaires > Institut français de Pondichéry (Inde), université de Leiden (Pays-Bas), Université nationale du Laos, Commission européenne (Programme Asia IT&C)

www.biotik.org

Pierre Grard (à gauche) avec le Dr. Ramesh BR de l'Institut français de Pondichéry, recevant le prix ainsi que le trophée. © J. Nagarajan



Diagnostic architectural et maturité des forêts en Guyane française

Les forêts tropicales jouent un rôle fondamental dans la régulation du climat en accumulant de la biomasse. Cependant, sans données précises sur l'écosystème forestier, on ne peut conclure sur les causes de cette accumulation : s'agit-il d'un processus naturel lié à la mortalité des arbres ou du résultat de facteurs environnementaux globaux ? Sur le dispositif de recherche de Paracou, en Guyane française, le Cirad a établi un diagnostic architectural des arbres qui permet de prévoir leur mortalité et d'établir la maturité des peuplements.

Les forêts tropicales, en séquestrant de grandes quantités de carbone, ont un rôle fondamental dans la régulation du climat. Les perturbations anthropiques pourraient y affecter profondément la séquestration du carbone. En Amazonie, on observe, depuis plusieurs décennies, des changements de structure et de dynamique de l'écosystème forestier, a priori non soumis à des activités anthropiques. Cette forêt accumule aussi de la biomasse, en moyenne 1,22 tonne par hectare et par an, agissant comme un puits de carbone. Le manque de connaissances sur l'écosystème forestier ne permet

pas de conclure sans ambiguïté sur les causes de cette accumulation.

Une étude d'envergure a été conduite sur le dispositif de recherches forestières de Paracou, installé depuis 1983 en Guyane française par le Cirad. Ce dispositif comprend notamment six parcelles témoins de 6,25 hectares chacune sur lesquelles tous les arbres d'un diamètre supérieur à 10 centimètres sont cartographiés, identifiés et régulièrement mesurés. Trois de ces parcelles accumulent de la biomasse de manière significative, et la mortalité joue un rôle essentiel dans ce processus. La mortalité varie d'une période à une autre, sans synchro-

Partenaire >
Projet Guyafor

Contact >
Eric-André Nicolini, Kourou, unité mixte Botanique et bio-informatique de l'architecture des plantes (Amap)

nisme entre les parcelles témoins, excluant pour l'heure l'influence d'événements climatiques particuliers en Guyane française.

La mortalité des arbres, déterminée par l'état de maturité des peuplements, est un élément majeur de la dynamique des peuplements. Cet état de maturité a été établi pour la première fois à l'aide d'une description architecturale simplifiée sur plus de 3 000 arbres. Fondé sur la structure et le degré de fragmentation de la couronne des arbres, le diagnostic architectural rend compte de la grande variabilité de leurs formes. Il permet aussi de repérer les arbres sur le déclin et d'améliorer les prédictions de mortalité.

Enfin, le diagnostic architectural contribue de manière significative à définir différents stades forestiers pertinents. Ces stades permettent de reconstituer la mosaïque forestière des parcelles témoins et montrent que les variations de bilans de carbone constatées correspondent plutôt à des peuplements forestiers ayant atteint différents stades de maturité. ■

Rutishauser E. et al., 2010. Contrasting above ground biomass balance in a Neotropical rainforest. *Journal of Vegetation Science*, 21.

Rutishauser E., Blanc L., Nicolini E., 2011. Crown fragmentation assessment in tropical trees: method, insights and perspectives. *Forest Ecology and Management*, 261 : 400-407.

La canopée de la forêt tropicale guyanaise.
© E.A. Nicolini/Cirad



Les agriculteurs face à la modernisation de l'irrigation en Tunisie

Comment les agriculteurs perçoivent-ils la modernisation de leur système d'irrigation ? C'est la question que s'est posée une doctorante du Cirad dans le cadre du projet Sirma sur la gestion de l'eau dans les systèmes irrigués au Maghreb. Cette analyse originale part d'un constat : les programmes d'irrigation sont généralement fondés sur des considérations techniques et économiques et impliquent peu leurs bénéficiaires. En analysant le discours, les pratiques et les attentes des agriculteurs et en les confrontant aux solutions techniques mises en œuvre par les ingénieurs, l'étude offre une réflexion sur les limites des deux approches, celle des experts comme celle des agriculteurs, et soutient les avantages d'une combinaison des deux points de vue. Elle s'est déroulée lors du programme de modernisation du système d'irrigation et de drainage de l'oasis de Fatnassa, dans le sud de la Tunisie.

Partenaires > École nationale du génie rural, des eaux et des forêts (Engref), Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement (Cemagref), Institut national de recherche en génie rural, eaux et forêts (Inrgref, Tunisie)

Ces travaux, publiés récemment, viennent de recevoir le prix du meilleur article de la revue *Irrigation and drainage*. Leur auteure s'est également vu décerner le prix Henri Tardieu par l'Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage (Afeid). Ces récompenses consacrent les efforts de l'ensemble des partenaires algériens, marocains, tunisiens et français du projet Sirma.

Contact > Serge Marlet, Tunis, unité mixte Gestion de l'eau, acteurs et usages (G-eau)

Ghazouani W. et al., 2009. Farmers' perceptions and engineering approach in the modernization of a community-managed irrigation scheme. A case study from an oasis of the Nefzawa, South of Tunisia. *Irrigation and Drainage, Supplement: Irrigation Management in North Africa*, 58 : S285-S296. Doi : 10.1002/ird.528

Sirma, un réseau de compétences en partenariat au Maghreb

Le réseau Sirma, l'un des réseaux de recherche prioritaires pour le Cirad en Méditerranée, pérennise et élargit les relations construites dans le cadre du projet de recherche et de formation Sirma, lancé en 2004 dans le cadre du Fonds de solidarité prioritaire. Avec le monde professionnel agricole, il conçoit des innovations techniques, des outils économiques et des dispositifs institutionnels pour améliorer la gestion de l'eau agricole. Il mène aussi des activités de recherche, de formation et d'échanges à l'échelle du Maghreb, en collaboration avec des équipes françaises et européennes. L'une de ses priorités est de former de jeunes chercheurs maghrébins et de valoriser leurs travaux

<http://www.eau-sirma.net>



L'oasis de Fatnassa, dans le sud de la Tunisie, est confrontée à la salinité. © S. Marlet/Cirad

Partager les ressources en eau dans la région rizicole de Klaten, en Indonésie

Le district agricole de Klaten est l'un des greniers à riz d'Indonésie. Dans les périmètres irrigués, les petits paysans y pratiquent 2 à 3 cycles de culture par an. Depuis les années 1990, ils éprouvent de plus en plus de difficultés à mener à terme les cultures de contre-saison en raison des pénuries d'eau dues aux prélèvements à des fins non agricoles, et des conflits sont apparus entre usagers.

Le Cirad, avec ses partenaires indonésiens, est intervenu dans le bassin de Pusur pour apaiser les tensions puis lancer la construction collective d'un plan d'action intégré et participatif.



Canal d'irrigation dans la région de Klaten. © J. M. Lopez/Cirad

Dans la partie aval de Pusur, les ressources en eau de surface sont partagées entre 12 000 petits riziculteurs et deux compagnies d'eau : l'une, publique, alimente la ville de Solo, l'autre, privée, Danone-Aqua, commercialise l'eau en bouteille. Les compagnies ont été rendues responsables du manque d'eau agricole en saison sèche (juin-octobre) par les agriculteurs et les organisations non gouvernementales locales. Des conflits sont apparus entre groupements d'agriculteurs, en raison de vols d'eau et du non-respect des calendriers

d'arrosage, puis ils se sont étendus aux compagnies. Le Cirad a été sollicité pour tenter de résoudre ces conflits et pour mettre en œuvre une démarche d'intervention permettant de concilier les préférences des acteurs en termes d'actions tout en améliorant l'équité d'accès à l'eau.

La démarche, développée entre 2006 et 2009, repose sur l'intégration de l'information relative aux ressources hydriques et à leurs usages, le changement d'échelle (bassin-versant, périmètre) et le partage des connaissances. Elle se fonde sur des plate-

formes multiacteurs, des ateliers communautaires, des comités de suivi et des outils de modélisation. Elle s'est déroulée en quatre étapes : une série d'ateliers participatifs pour confronter les opinions des acteurs sur le manque d'eau et leurs causes ; un diagnostic participatif associé à un atelier de restitution-discussion des résultats pour faire émerger une vision globale et partagée ; la traduction de cette vision en une construction collective d'un plan d'action à l'échelle d'un périmètre pilote, et ce via des ateliers de modélisation interactive ; la création d'un organisme de gestion de l'eau, qui a piloté les premières actions d'amélioration sur le périmètre.

Face aux résultats encourageants, l'ensemble des acteurs de Pusur a demandé que la démarche testée sur le périmètre pilote soit étendue à tout le bassin. Un plan d'action a été proposé par le Cirad et sera mis en œuvre en 2011-2013. ■

Contact > Bruno Lidon, Jean-Marie Lopez, Montpellier, unité mixte Gestion de l'eau, acteurs et usages (G-eau)

Partenaires >
Danone-Aqua (Indonésie), Indonesian Agroclimate and Hydrology Research Institute (lahri, Indonésie), Université de Jogjakarta (Indonésie), Autorité régionale de Klaten, Services techniques de l'hydraulique et de l'agriculture de Klaten

Lopez J.M. et al., 2011. Multipurpose use of groundwater and surface water in Klaten irrigated area (Indonesia): from water users' conflict towards an integrated watershed management to improve water access equity. In : Ground-water resource management conference, Orléans, France, 14-16 mars 2011.

Le verdissement du Sahel : dynamique de la végétation naturelle ou changement d'utilisation des sols ?

Dans le bassin-versant du Bani, au Mali, on observe par télédétection une tendance à l'augmentation de l'indice de végétation sur les vingt-cinq dernières années.

Ce verdissement, constaté dans la plupart des études menées en Afrique de l'Ouest, ne s'accompagne pas d'une augmentation significative de la pluviométrie. Comment expliquer cette tendance ? Selon une équipe du Cirad, elle pourrait résulter de la dynamique de la végétation naturelle et non d'un changement dans l'utilisation des sols comme cela est souvent mis en avant.

Dans le bassin-versant du Bani, qui s'étend sur 130 000 kilomètres carrés au Mali, une équipe du Cirad et ses partenaires ont suivi la dynamique de la végétation de 1982 à 2006 afin de comprendre les causes du verdissement du Sahel. Ce suivi a été réalisé en examinant des séries d'images d'indice de végétation satellitaire [NDVI, *normalized difference vegetation index*], un bon indicateur de l'activité photosynthétique des surfaces. L'évolution de cet indice est analysée en fonction de la pluviométrie et des changements d'occupation du sol, les deux principaux déterminants de la dynamique de la végétation dans la région soudano-sahélienne.

Sur la période 1982-2006, aucune évolution de la pluviométrie annuelle n'a été mise en évidence à l'échelle du bassin-versant. En revanche, on observe une augmentation des surfaces cultivées, qui passent de 13 % à 23 % entre 1985 et 2000. L'analyse de ces résultats n'a cependant pas permis de trouver un lien univoque entre le verdissement du bassin et les changements d'occupation du sol.

Le développement des cultures n'expliquerait le verdissement que dans le nord du Bani, en zone sahélienne, où les cultures présentent un indice de végétation supérieur à celui de la végétation naturelle. Le verdissement dans le bassin-versant serait donc essentiellement lié à la dynamique de la végétation naturelle.

Cette dynamique dépendrait, en fait, de la distribution des pluies au cours des vingt-cinq dernières années et non de leurs tendances.

En effet, si les pluies sont devenues déficitaires de 2000 à 2006, elles avaient augmenté de 1982 à 1999. Les plantes pérennes ont pu profiter de cette augmentation et rester vivaces pendant la période sèche qui a suivi.

Cette étude démontre les limites des analyses de tendance en télédétection et climatologie fondées sur des relations linéaires, qui sont des modèles trop simplistes pour

reproduire correctement les phénomènes écologiques et géographiques en jeu. ■

Contact > Agnès Bègué, Elodie Vintrou, Montpellier, unité Territoires, environnement, télédétection et information spatiale [Tetis]

Bègué A. et al., 2011. Can a 25-year trend in vegetation dynamics [NOAA-AVHRR NDVI] be interpreted in terms of land use change? A case study of the Bani catchment in Mali. *Global Environmental Change*, 21 : 413-420. Doi : 10.1016/j.gloenvcha.2011.02.002.

Partenaires >
Centre national de la recherche scientifique [CNRS], Institut de recherche pour le développement [IRD]

Le verdissement du Sahel serait lié essentiellement à la dynamique de la végétation naturelle.
© E. Vintrou/Cirad





Les racines et les tubercules, comme la patate douce, sont des productions sensibles à la contamination par la chlordécone. © F. Clostre/Cirad

Gérer la pollution par la chlordécone aux Antilles

La chlordécone est un insecticide organochloré persistant, potentiellement cancérogène. Utilisé de 1971 à 1993 aux Antilles pour lutter contre le charançon du bananier, il a entraîné une pollution des sols, des cultures, des eaux et des écosystèmes. Pour gérer cette pollution et en étudier les mécanismes, un programme de recherches a été mis en place en 2006 par le Cirad et l'Inra. Ses premiers résultats permettent de mieux comprendre comment certains fruits et légumes sont contaminés et de proposer des outils de gestion simples aux agriculteurs antillais afin d'assurer la sécurité sanitaire de leurs produits.

Près de vingt ans après l'arrêt de son utilisation aux Antilles, la chlordécone est toujours présente dans les sols et contamine certaines des cultures qui y sont pratiquées. Un vaste projet de recherches a été lancé en 2006, en marge du plan national d'action, pour trouver les moyens de se débarrasser de ce pesticide et assurer la sécurité sanitaire des produits agricoles. Le Cirad est plus particulièrement chargé des études sur les transferts

de la molécule du sol à la plante, qui permettent d'anticiper le risque de contamination des produits commercialisés.

Une accumulation passive dans les plantes

Les enquêtes et les expérimentations menées sur le terrain permettent d'élaborer un schéma général

Partenaires >
Institut national de la recherche agronomique (Inra), Institut de recherche pour le développement (IRD), Université des Antilles et de la Guyane. Le projet Chlordexco est cofinancé par l'Agence nationale de la recherche (ANR).

du transfert du sol vers les différents organes végétaux. Elles montrent que la contamination des cultures dépend de la capacité des racines à extraire et transférer la molécule dans les tissus de la plante. Les niveaux de chlordécone dans les tissus végétaux sont toujours très inférieurs à ceux mesurés dans le sol. Aucune accumulation active, laissant l'espoir d'une phytoremédiation, n'a été identifiée. Une fois entrée dans les racines, la molécule est transférée

par voie passive, via les flux de sève brute essentiellement. L'accumulation de la molécule dans les différents organes dépend ensuite de la position de cet organe dans le circuit de flux de sève, de sa taille et de l'interposition de tissus végétaux jouant le rôle de filtres ou de récepteurs avant le remplissage des légumes ou des fruits consommés. Ces essais ont été menés sur des types de sols très différents par leur affinité pour la chlordécone : les andosols, souvent très pollués parce qu'ils retiennent fortement la molécule, et les nitisols, beaucoup moins pollués, parce qu'ils retiennent moins fortement la molécule, mais très contaminants pour les eaux et les végétaux.

Des outils de gestion pour minimiser la contamination des produits

Pour respecter la réglementation sur la limite maximale de résidus présents dans les produits alimentaires, les courbes de transferts maximaux mesurés entre le sol et la plante ont été utilisées. Elles ont permis de déterminer des limites de contamination du sol pour lesquelles certaines cultures n'étaient pas recommandées, c'est-à-dire dont le risque de contamination de l'organe récolté n'est pas nul. On peut ainsi anticiper le risque de contamination dès la mise en culture de la parcelle et orienter le choix des espèces cultivées en fonction de la teneur en chlordécone du sol et de leur sensibilité.

On distingue en effet trois types de productions : les productions sensibles, dont le transfert et le niveau de contamination sont élevés (les racines et tubercules) ; les productions intermédiaires, dont les niveaux de contamination restent proches de la limite (les laitues, les cucurbitacées, la canne à sucre) ; les productions dont les niveaux de contamination sont très faibles (les fruitiers, l'ananas, la banane, les solanées, les choux pommés, les haricots...), qui peuvent être cultivées quel que soit le niveau de pollution du sol. Cet outil, une fois validé par les services de l'Etat et traduit



Producteur de dachines à la Martinique.
© M. Lesueur-Jannoyer/Cirad

en mesures d'appui, sera utilisé dans le cadre de recommandations de reconversion des exploitations agricoles.

Ces études ont aussi abouti à une série de recommandations pour les consommateurs. Tout d'abord, il est indispensable de soigneusement laver et brosser les légumes avant de les préparer, pour éviter toute ingestion de terre. S'il y a des doutes sur la provenance des légumes, un épluchage épais diminue considérablement le risque pour l'igname, le giraumon, la pastèque et le melon. Mais il est inutile de faire bouillir les légumes, qui perdraient en valeur nutritionnelle sans que la chlordécone en soit affectée. ■

Contact > Magalie Lesueur-Jannoyer, Le Lamentin, unité Fonctionnement agroécologique et performances des systèmes de culture horticoles

Lesueur-Jannoyer M. et al., 2010. Evaluation de la contamination par la chlordécone et de son transfert dans les cultures sur différents sols des Antilles. Ministère de l'Outre-mer, Pram, Cirad, 29 p.

www.pram-martinique.org

La dépollution, une solution envisageable ?

En mai, une trentaine d'experts se sont réunis aux Antilles à l'occasion d'un atelier international organisé par le Cirad et l'Inra pour faire le point sur ce pesticide et définir les nouvelles orientations de la recherche. La biodégradation spontanée de la chlordécone étant limitée dans les sols agricoles, il s'agit d'explorer les voies de dégradation microbienne de la molécule, notamment en forçant l'adaptation des micro-organismes et en identifiant des associations microbiennes capables d'opérer une dégradation totale. La phytoremédiation, une dépollution fondée sur la capacité des plantes à mobiliser et à dégrader les substances nocives, peut également apparaître comme une solution, mais les recherches en sont à leurs débuts et rien n'indique pour l'instant qu'une phytoextraction efficace soit possible. D'autres solutions sont envisagées, comme l'utilisation de plantes de service à forte affinité pour la chlordécone ou d'amendements organiques capables de limiter le passage de la chlordécone vers les cultures. Quant au traitement des eaux, le charbon actif s'est révélé efficace, mais pose le problème de son retraitement. Là encore la dégradation bactérienne en milieu réducteur offre des perspectives intéressantes. Face à une pollution inhabituellement étendue et durable, il s'agit aussi de tester des modes de gestion et de suivi à l'échelle du bassin-versant, unité privilégiée pour les futurs projets scientifiques et les mesures mises en place. Cette démarche novatrice constituera un modèle pour des problématiques similaires dans d'autres régions du monde.

Les indicateurs

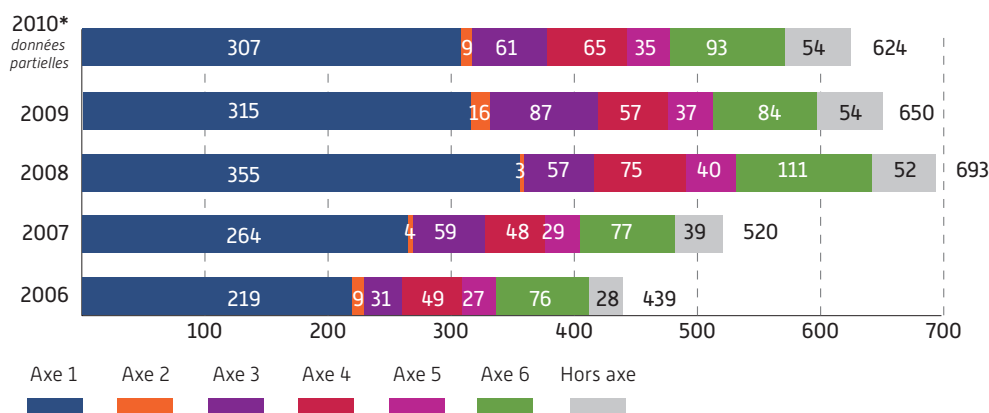
Conformément aux engagements pris envers ses tutelles, le Cirad poursuit la mise en œuvre de son contrat d'objectifs qui décline sa stratégie sur la période 2008-2011. Quatre grands domaines d'actions le guident : l'ambition d'une science partagée en réponse aux défis du Sud, une production scientifique diversifiée et de qualité, une recherche agronomique nationale ouverte sur l'Europe et le reste du monde, une organisation et des moyens ajustés aux nouveaux défis.

L'ambition d'une science partagée en réponse aux défis du Sud

« L'ambition d'une science partagée en réponse aux défis du Sud » veut transformer les modalités de partenariats scientifiques pour développer des questions de recherche pertinentes pour le développement du Sud. La mobilisation des équipes autour des six axes prioritaires définis par la stratégie du Cirad ainsi que les actions de renforcement des compétences au Sud sont au cœur de ce défi.

Répartition des publications du Cirad par axes stratégiques (Agritrop)

(Articles de revues à comité de lecture avec ou sans facteur d'impact)



* Les indicateurs de publications reflètent l'état de la base de données institutionnelle, Agritrop, au 15 mars 2011 en fin de journée. Les données et indicateurs pour l'année 2010 sont partiels.

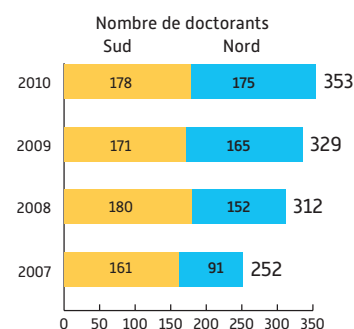
Le Cirad a fait le choix de s'orienter vers un partenariat équilibré et durable avec ses partenaires scientifiques du Sud. En témoignent la part des copublications avec le Sud dans l'ensemble des copublications (approchant les 50 % en 2009) et la croissance régulière du taux de copublications du Cirad avec des institutions du Sud lissé sur 3 ans entre 2007 et 2010 (de 43,26 % à 47,03 %). La croissance du nombre des doctorants du Sud encadrés par des chercheurs du Cirad, ralentie en 2009, a progressé en 2010.

Copublications avec des acteurs du Sud¹

Valeurs pour 2010	2005	2006	2007	2008	2009	2010 ²
Acteurs du Sud	182	188	233	308	323	294
Total des publications analysées	435	439	520	693	650	624
Part (%) des copublications avec des acteurs du Sud	41,84	42,82	44,81	44,44	49,69	47,12
Part (%) en moyenne lissée sur 3 ans, des copublications avec des acteurs du Sud	—	—	43,26	44,13	46,38	47,03

1. Un pays est qualifié de pays du Sud lorsqu'il figure sur la liste OCDE des pays bénéficiant de l'aide publique au développement. 2. Données partielles.

Encadrement des doctorants par les chercheurs du Cirad

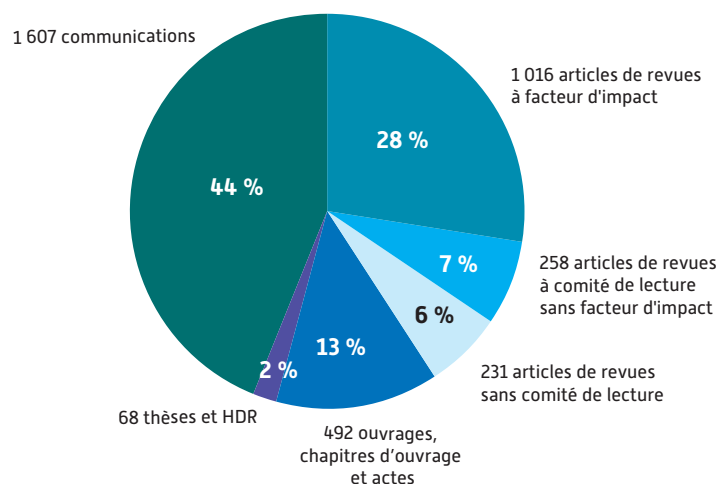


Une production scientifique diversifiée et de qualité

Pour porter la science pour le développement au meilleur niveau scientifique mondial tout en la gardant ancrée dans les questionnements, les terrains et les partenariats propres au Sud, le Cirad augmente la qualité de ses publications scientifiques, la compétitivité de ses équipes tout en assurant la diversité de ses productions vers ses différents publics.

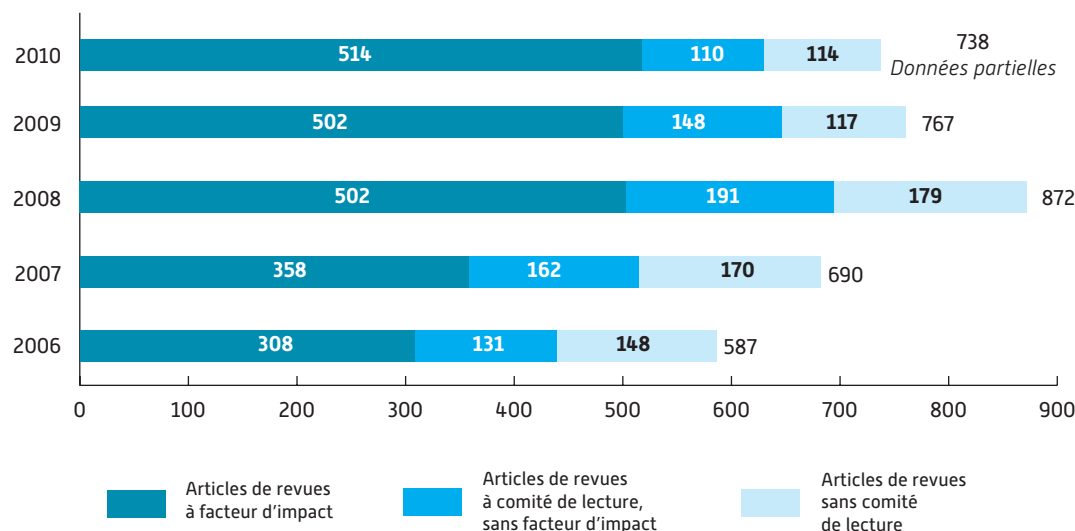
La qualité de la production scientifique progresse avec la forte croissance du nombre des articles publiés de 2006 à 2010, en particulier dans les revues à facteur d'impact, tandis que la qualification scientifique des Ciradiens s'améliore peu à peu (nombre de HDR). Le taux de succès aux appels à projets (AAP) de l'ANR fléchit en 2010, par saturation des équipes. L'activité de formation à et par la recherche des Ciradiens se stabilise (nombre d'heures d'ETD dans les masters du Sud et nombre de titres de « professeurs-consultants »). Les produits de valorisation reviennent en 2010 à leur valeur habituelle après l'année exceptionnelle 2009.

Répartition des publications parues en 2009 et 2010 (Total : 3 672)



Les données 2010 sont partielles (relevées au 15.03.2011)

Evolution du nombre d'articles de revues publiés depuis 2006 (total : 3 654)



La participation du Cirad aux appels d'offres compétitifs de l'ANR

	2007	2008	2009	2010
Nombre de projets soumis	75	72	49	65
Nombre de projets financés	23	19	14	12
Taux de succès [%]	31	26	29	18

La participation du Cirad à l'enseignement et à l'ingénierie de formation dans les masters et doctorats du Sud

	2007	2008	2009	2010
Nombre d'heures équivalent travaux dirigés	3 978	4 249	4 439	4 368

La formation à la recherche des cadres scientifiques du Cirad

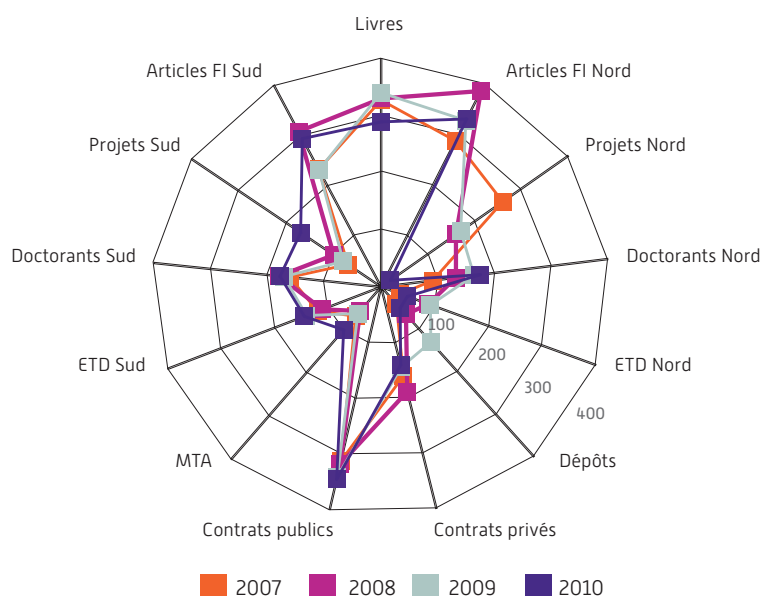
	2007	2008	2009	2010
Nombre de HDR au Cirad	82	90	99	102
Nombre de professeurs-consultants au Cirad	n.c	36	52	53

La valorisation : brevets, certificats d'obtention végétale et logiciels

	2007	2008	2009	2010
Nombre (dont nombre de brevets)	8 [2]	13 [0]	26 [4]	10 [5]

Etat de la diversité des productions scientifiques au Cirad

L'ensemble des productions ci-dessous présentées témoigne de la diversité des missions et des activités du Cirad. Mis au point en 2010 à titre pilote sous la forme d'un diagramme en étoile pour les années 2007, 2008, 2009 à la suite de la demande de son conseil scientifique, l'indicateur de diversité des productions de l'établissement a été recalculé en 2011 pour les années 2007-2010. Il résulte d'un choix de produits affectés d'une pondération : d'abord, les publications [articles de revues à comité de lecture, avec et sans facteur d'impact : « articles FI »], les doctorants encadrés [« doctorants »], les heures d'enseignement en master et doctorat [« ETD »], les participations aux projets compétitifs de l'ANR et du PCRD européen [« projets »] en opposant à gauche ces activités directement associées aux chercheurs du Sud et à droite celles concernant des chercheurs du Nord. A cela s'ajoutent des productions non latéralisées Nord/Sud : la production d'ouvrages, les dépôts de brevets, COV et logiciels, les déclarations de MTA [« Material transfert agreement »], les contrats financés par le public et ceux financés par le privé. L'année 2010 est marquée par une amélioration de la valence « Sud » [projets, enseignement, encadrement de doctorants].



Une recherche agronomique nationale ouverte sur l'Europe et le reste du monde

L'action du Cirad s'est déployée à plusieurs niveaux depuis 2008 : en Région, dans des ensembles dédiés à la formation et à la recherche (Pres, en Languedoc-Roussillon et dans les Dom ; campus du développement durable à Nogent), puis en France au sein de l'alliance avec l'Inra élargie au consortium national Agreenium depuis 2009, auprès des autres organismes de recherche du Programme 187 notamment l'IRD, plus récemment avec les Alliances de recherche (Allenvi, Ancre), ensuite en Europe à travers des partenariats renforcés, enfin à l'international par un renouvellement de ses partenariats au Sud autour de dispositifs prioritaires et par le renforcement de ses liens avec le Groupe consultatif de la recherche agronomique internationale (GCRAI). L'évolution des copublications illustre la priorité à l'international et en particulier au Sud. Toutefois, les affectations et missions des Ciradiens au Sud s'érodent un peu en 2010. Elles préservent cependant l'Afrique subsaharienne et l'outre-mer français et se concentrent progressivement autour des dispositifs prioritaires « DP » labellisés depuis 2009.

Copublications avec des acteurs français, européens ou internationaux

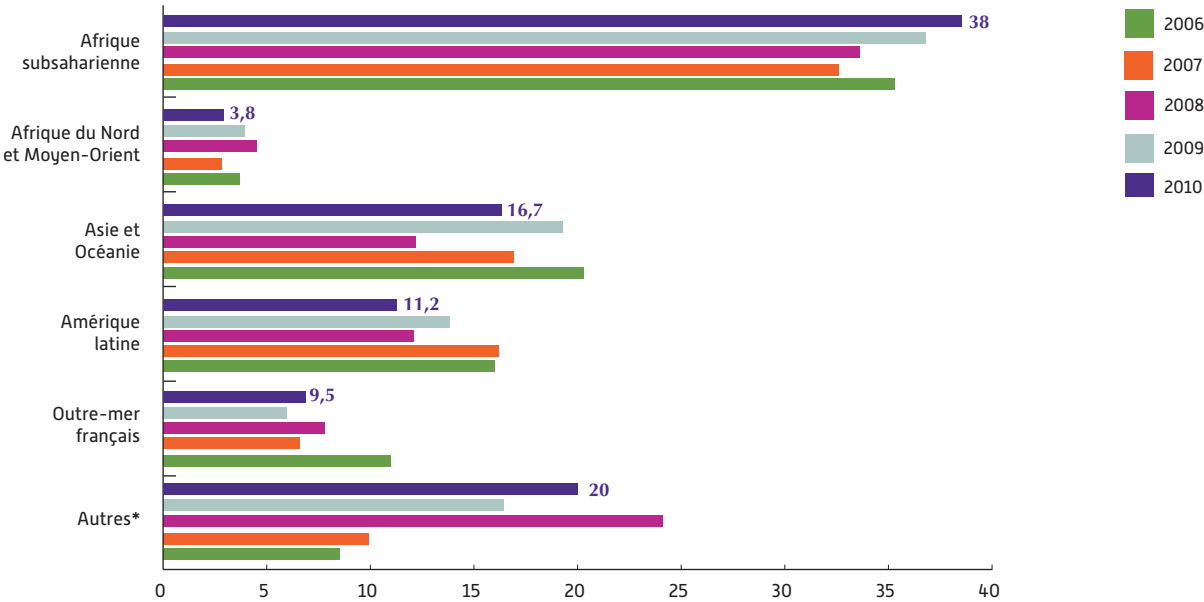
Afin de gommer les fluctuations entre années et mieux identifier les tendances, il est courant de restituer certains indicateurs de publications en lissant les données, ou les parts, sur trois ans. Les calculs sont en compte de présence : valeurs non additives car, par exemple, un même article peut être cosigné à la fois par un acteur français et par un acteur international.

Articles de revues à comité de lecture, avec ou sans facteur d'impact en parts (%) de moyenne annuelle lissée sur trois ans	2007	2008	2009	2010 <i>Données partielles</i>
Acteurs français (INRA inclus)	45,19	46,31	46,16	44,59
Acteurs européens (UE27 hors France)	10,76	12,89	13,10	14,49
Acteurs internationaux (hors UE27)	49,21	50,91	53,46	54,45
Acteurs du Sud	43,26	44,13	46,38	47,03
Acteurs du P187	26,11	28,09	28,02	25,78
INRA	17,00	19,37	18,95	17,84

Copublications du Cirad avec chaque organisme du Programme 187 de la LOLF

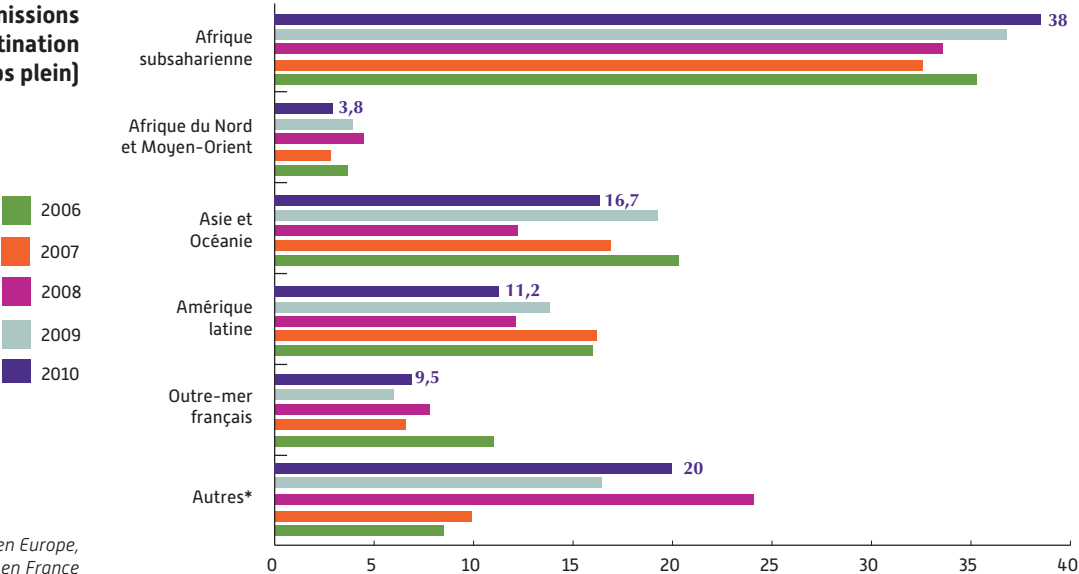
Nombre d'articles de revues à comité de lecture, avec ou sans facteur d'impact en parts (%) de moyenne annuelle lissée sur trois ans	2007	2008	2009	2010 <i>Données partielles</i>
CEMAGREF	0,86	1,45	2,06	2,18
IFREMER	0,14	0,12	0,18	0,06
INRA	17,00	19,37	18,95	17,84
IRD	9,76	9,26	9,29	7,88
BRGM	0	0	0	0

Répartition des affectations au Sud selon les destinations (en équivalent temps plein)



* « Autres » comprend les missions en Europe, Amérique du Nord et en France

Répartition des missions
selon la destination
(en équivalent temps plein)



* « Autres » comprend les missions en Europe, Amérique du Nord et en France

Nombre de cadres scientifiques affectés dans les dispositifs prioritaires /nombre de cadres expatriés (en ETPT)

2008 : 111 cadres scientifiques dans 18 dispositifs prioritaires sur 291 cadres scientifiques en mobilité.
2009 : 137 cadres scientifiques dans 23 dispositifs prioritaires (20 DPI+ 3 DP DOM) sur 267 cadres scientifiques en mobilité géographique.
2010 : 149 cadres scientifiques dans 27 dispositifs prioritaires* (20 DPI + 7 DP DOM)sur 273 cadres scientifiques en mobilité géographique (* 5 DP en plus dont 4 DOM ; 1 DPI en moins)

Région	Dispositifs prioritaires (DP) nationaux	Dispositifs prioritaires régionaux	DOM	DP DOM
Afrique				
	URP PPZS, Sénégal	CIRDES, Afrique de l'Ouest	Réunion	3P, Axe 1
	RP-PCP, Zimbabwe, Axes 1, 4, 6	ZIE, Afrique de l'Ouest, Axes 1, 6		Réagir, Axe 6
	CR2PI, Congo, Axes 1, 6	PRASAC-GIFSEC, Afrique centrale, Axes 1, 6		Kappa, Axe 3
	PCP Grand Sud, Cameroun, Axes 1, 3	CARBAP, Afrique centrale, Axes 1, 3		
	URP SCRID, Madagascar, Axe 1	DPFAC Forêts bassin Congo, Afrique centrale, Axes 5, 6		
	URP Forêt Biodiversité, Madagascar, Axes 2, 6			
Asie				
	PCP – MALICA, Vietnam, Axe 1	RCP CANSEA, (RACASE), Asie du Sud-Est, Axe 1		
	PCP – PRISE, Vietnam, Axes 1, 4			
	PCP – HRPP, Thaïlande, Axe 1			
		GREASE Santé animale et maladies émergentes, Axe 4		
Amérique latine				
	AFS-PC Agroforestry Systems with Perennial Crops, Amérique centrale, Axes 1, 2, 5, 6		Antilles Guyane	Forêts
	CIBA, Brésil, Axe 1			Agroécologie et systèmes de culture multiespèces
		AMAZONIE		Biodiversité et génétique
				Maladies émergentes et santé animale, Axe 4
Méditerranée				
	RCP SIRMA, Maghreb, Axes 1, 3, 5, 6			

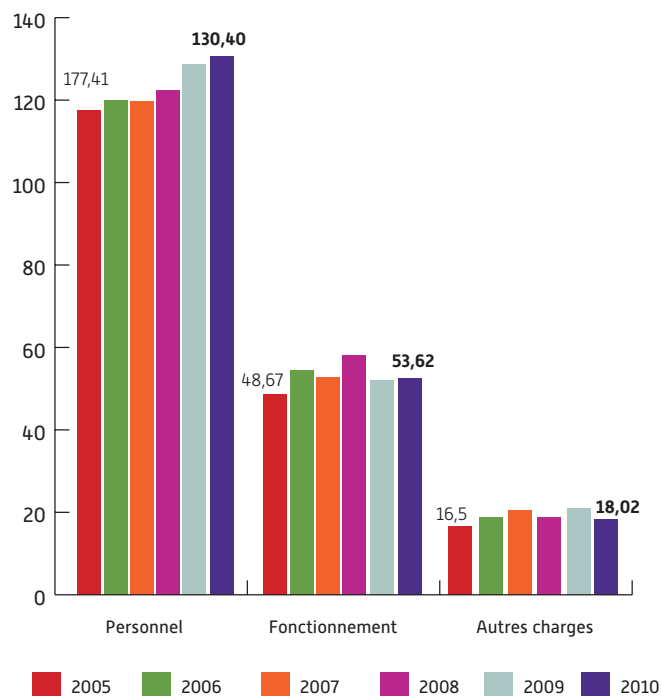
Les projets européens de recherche et de développement (PCRD) du Cirad entre 2007 et 2010

	2007	2008	2009	2010
Nombre de projets soumis	36	23	23	18
Nombre de projets financés	10	7	11	7
Taux de succès [%]	28	30	48	39
Nombre de projets coordonnés par le Cirad	0	4	3	2

Une organisation et des moyens ajustés aux nouveaux défis

A la simplification et à la modernisation d'une gestion mieux pilotée par les objectifs scientifiques, le Cirad ajoute une optimisation de ses ressources humaines et financières en recherchant leur stabilisation.

Dépenses d'exploitation hors sous-traitance interne 2005-2010, en millions d'euros



Au maintien de ses ressources contractuelles, le Cirad répond par la stabilisation des dépenses d'exploitation d'une part et de ses ressources humaines d'autre part, la croissance des allocataires de recherche tempérant la baisse des CDI en 2010. La politique de la qualité qui vise simplification et meilleure efficacité affecte progressivement un nombre plus important d'agents tant scientifiques qu'administratifs.

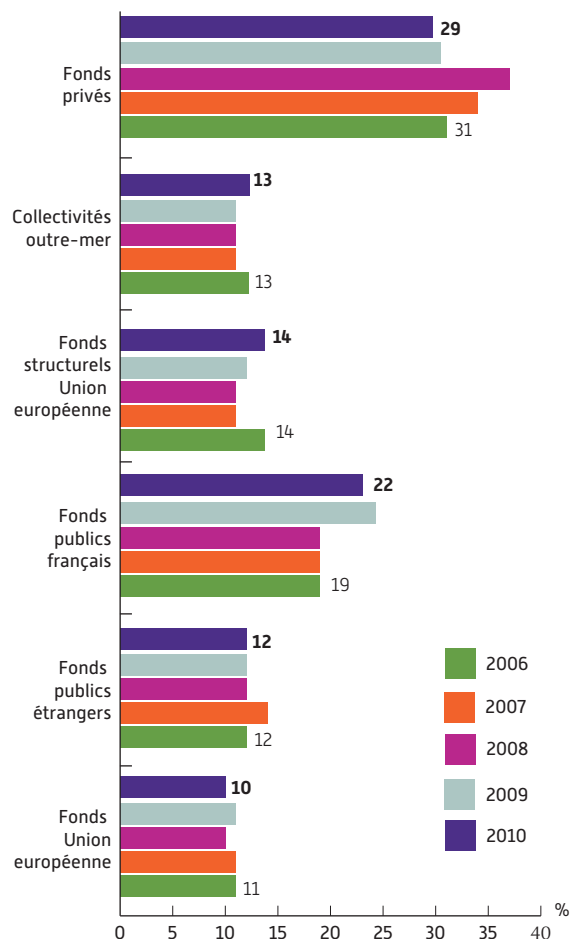
Nombre total d'agents au Cirad (en équivalent temps plein)

ETPT au Cirad	2007	2008	2009	2010
Nombre de « classés-payés » CDI-CDD	1 770	1 755	1 764	1 752
Nombre d'allocataires de thèses	24	48	71	83

Nombre de collectifs (traduits en effectifs) en démarche qualité

	2007	2008	2009	2010
Nombre de collectifs (en effectifs) en démarche qualité [niveaux 1/2 à 5]	375	444	853	929

Ressources propres* : volume et ventilation annuelle en pourcentage (hors cotraitance)



* La variation 2008-2009 de la part des ressources propres d'origine privée en 2009 s'explique par le transfert d'actifs à la filiale du Cirad, PalmElit.

Répartition annuelle des emplois « classés-payés » par catégories en pourcentage (incluant les allocataires de recherche sous contrat Cirad)

	2007	2008	2009	2010
Cadres	59	58,8	59,2	59,6
Allocataires	1,3	2,7	3,9	4,6
Agents de maîtrise	31,6	31,8	31,4	31,5
Collaborateurs	8	6,7	5,5	4,4

L'organisation en mai 2011

Conseil d'administration

Président

Gérard Matheron

Bernard Commère,
représentant la ministre
de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche

Philippe Thiebaud,
représentant le ministre des
Affaires étrangères et européennes

Grégory Cazalet,
représentant le ministre du Budget,
des Comptes publics
et de la Fonction publique

Marion Zalay,
représentant le ministre ministre
de l'Agriculture, de l'Alimentation,
de la Pêche, de la Ruralité
et de l'Aménagement du territoire

Arnaud Martrenchar,
représentant le ministre
de l'Intérieur, de l'Outre-mer
et des Collectivités territoriales

Gilles Bœuf, président du Muséum
national d'histoire naturelle

Zoubida Charrouf, professeur
de la faculté des sciences de Rabat

Marion Guillou, présidente
de l'Institut national
de la recherche agronomique

Michel Laurent,
président-directeur général
de l'Institut de recherche
pour le développement

Paul Luu, directeur de l'Odeadom

Laurence Tubiana, directrice
de l'Institut du développement
durable et des relations
internationales

François Affholder, représentant
élu du personnel

Martine Antona,
représentante élue du personnel

François Bousquet,
représentant élu du personnel

Laurent Maggia,
représentant élu du personnel

Jean-Louis Noyer,
représentant élu du personnel

Philippe Vernier, représentant élu
du personnel

Jean-Louis Muron, secrétaire
Pierre-Luc Pugliese, rédacteur

Conseil scientifique

Président

Bertrand Hervieu, Conseil général
de l'agriculture, de l'alimentation
et des espaces ruraux

Akissa Bahri, Banque africaine
de développement, Tunisie

Bernard Chevassus-au-Louis,
Conseil national de l'agriculture,
France

Marie-Christine Cormier-Salem,
Institut de recherche
pour le développement, France

Michel Dron, Université Paris XI,
France

Bernadette Kamgnia Dia,
Université Yaoundé II, Cameroun

Olivier Le Gall, Institut national de
la recherche agronomique, France

Claudine Schmidt-Lainé,
Centre national de la recherche
scientifique, France

Lamine Seiny Boukar,
Pôle régional de recherche
appliquée au développement des
savanes d'Afrique centrale, Tchad

Marco Wopereis, Africa Rice Center,
Bénin

Marie-Line Caruana,
représentante élue du personnel

Régis Goebel,
représentant élu du personnel

Raphaël Morillon,
représentant élu du personnel

Vincent Ribier,
représentant élu du personnel

Guy Trébuil,
représentant élu du personnel

Jean-Louis Sarah, secrétaire

Comité consultatif commun Inra-Cirad d'éthique pour la recherche agronomique

Président

Louis Schweitzer, Haute autorité
de lutte contre les discriminations
et pour l'égalité

Fifi Benaboud, Centre Nord-Sud
du Conseil de l'Europe

Gilles Bœuf, président du Muséum
national d'histoire naturelle

Marcel Bursztyn, socioéconomiste,
professeur des universités

Claude Chéreau, historien,
inspecteur général honoraire
de l'agriculture

Soraya Duboc, ingénieur
agroalimentaire, Nestlé France

Patrick Du Jardin, agronome,
professeur et doyen de l'université
de Gembloux

Catherine Larrère, professeur
d'éthique appliquée à l'Université
de Paris I - Panthéon-Sorbonne

Jeanne-Marie Parly, professeur
agrégé des universités en sciences
économiques

Gérard Pascal, nutritionniste,
directeur de recherche honoraire

Lazare Marcelin Poamé,
doyen de l'Unité de formation
et de recherche des lettres et
sciences humaines de l'Université
de Bouaké, président du comité
consultatif national de bioéthique
de Côte d'Ivoire

Gérard Toulouse, agrégé de
sciences, directeur de recherche,
laboratoire de physique théorique
de l'Ecole normale supérieure

Dominique Vermersch, agronome,
professeur d'économie publique
et d'éthique, Agrocampus Rennes

Heinz Wismann, philosophe
et philologue, professeur à l'Ecole
des hautes études en sciences
sociales

Direction générale

Gérard Matheron,
président-directeur général

Michel Griffon, conseiller

Etienne Hainzelin, conseiller

Jean-Louis Muron, conseiller

Alain Weil, conseiller

Jacques Pagès, directeur général
délégué aux ressources
et aux dispositifs

André Nau, directeur régional
Ile-de-France

Michel Salas, directeur régional
Languedoc-Roussillon

Gilles Mandret, directeur régional
Réunion-Mayotte

Philippe Godon, directeur régional
Antilles-Guyane

Anne Hébert,
déléguée à la communication

Anne-Yvonne Le Dain,
déléguée aux évaluations

Léandre Mas, délégué à la qualité

Joël Sor, délégué aux systèmes
d'information

Direction générale déléguée à la recherche et à la stratégie

Patrick Caron, directeur général
délégué

Marcel de Raïssac, directeur adjoint

André de Courville, délégué
pour l'Amérique latine et la Caraïbe

Roland Guis, délégué
pour l'Afrique et l'Océan Indien

Catherine Marquié, déléguée
pour l'Europe communautaire

Marie-Claude Deboin,
déléguée à l'information
scientifique et technique

Claudie Dreuil,
déléguée aux actions incitatives

Rémy Hugon,
délégué à la valorisation

Mireille Mourzelas, déléguée
à l'enseignement supérieur
et à la formation

Hubert Omont, délégué aux filières
tropicales

Jean-Louis Sarah, délégué
aux chantiers stratégiques

Secrétariat général

Patrick Herbin, secrétaire général
par intérim

Marc Gélis, directeur
de la comptabilité et des affaires
financières

Vincent Fabre-Rousseau, directeur
des ressources humaines

Didier Servat, directeur
technique des aménagements
et de la maintenance

André Nau, délégué au contrôle
de gestion

Aleth de Sartiges,
ingénieur sécurité

Yann Combot, délégué aux archives

Départements et unités de recherche

Département Systèmes biologiques

Daniel Barthélémy, directeur
Dominique Berry, directeur adjoint
Xavier Mourichon, adjoint au directeur

*Unités de recherche**

Amélioration génétique et adaptation des plantes (UMR Agap : Inra, Montpellier SupAgro), Jean-Christophe Glaszmann
Bioagresseurs : analyse et maîtrise du risque (UPR), Christian Cilas
Biologie et génétique des interactions plantes-parasites (UMR BGPI : Inra, Montpellier SupAgro), Philippe Rott
Botanique et bio-informatique de l'architecture des plantes (UMR Amap : CNRS, université Montpellier 2, Inra, IRD), Pierre Couteron (IRD)
Centre d'écologie fonctionnelle évolutive (UMR Cefe : CNRS, universités Montpellier 1, 2 et 3, Montpellier SupAgro, Ephe), Philippe Jarne (CNRS)
Centre de biologie et gestion des populations (UMR CBGP : Inra, IRD, Montpellier SupAgro), Flavie Vanlerberghe (Inra)
Contrôle des maladies animales exotiques et émergentes (UMR CMAEE : Inra), Dominique Martinez
Diversité, adaptation et développement des plantes (UMR Diade : IRD, Montpellier SupAgro, Inra, université Montpellier 2), Serge Hamon (IRD)
Interactions hôtes-vecteurs-parasites dans les infections par trypanosomatidae (UMR Intertryp : IRD), Gérard Cuny (IRD)
Laboratoire des symbioses tropicales et méditerranéennes (UMR LSTM : université Montpellier 2, Inra, IRD, Montpellier SupAgro), Michel Lebrun (université Montpellier 2)
Peuplements végétaux et bioagresseurs en milieu tropical (UMR PVBMT : université de la Réunion), Bernard Reynaud
Résistance des plantes aux bioagresseurs (UMR RPB : IRD, université Montpellier 2), Michel Nicole (IRD)

Département Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux

Robert Habib, directeur
François Côte, directeur adjoint
André Rouzière, adjoint au directeur

*Unités de recherche**

Analyses des eaux, sols et végétaux (US), Daniel Babre
Biomasse-énergie (UPR), Sylvie Mouras
Démarche intégrée pour l'obtention d'aliments de qualité (UMR Qualisud : universités Montpellier 1 et 2, Montpellier SupAgro), Max Reynes
Ecologie fonctionnelle et biogéochimie des sols et des agrosystèmes (UMR Eco&Sols : IRD, Montpellier SupAgro, Inra), Jean-Luc Chotte (IRD)
Fonctionnement agroécologique et performances des systèmes de culture horticoles (UPR), Eric Malézieux
Fonctionnement et conduite des systèmes de culture tropicaux et méditerranéens (UMR System : Inra, Montpellier SupAgro), Christian Gary (Inra)
Ingénierie des agropolymères et technologies émergentes (UMR late : université Montpellier 2, Inra, Montpellier SupAgro), Hugo de Vries (Inra)
Intensification raisonnée et écologique pour une pisciculture durable (UMR Intrépid : Ifremer), Jean-François Baroiller
Performance des systèmes de culture des plantes pérennes (UPR), Eric Cohet
Production et valorisation des bois tropicaux (UPR), Jean Gérard
Risque environnemental lié au recyclage (UPR), Hervé Saint Macary
Systèmes de culture annuels (UPR), Florent Maraux
Systèmes de culture bananiers plantains ananas (UPR), Jean-Michel Risède
Systèmes et ingénierie agronomique (UPR), Jean-Claude Legoupil

Département Environnements et sociétés

Pierre Fabre, directeur
Hubert Devautour, directeur adjoint
Pascal Bonnet, adjoint au directeur

*Unités de recherche**

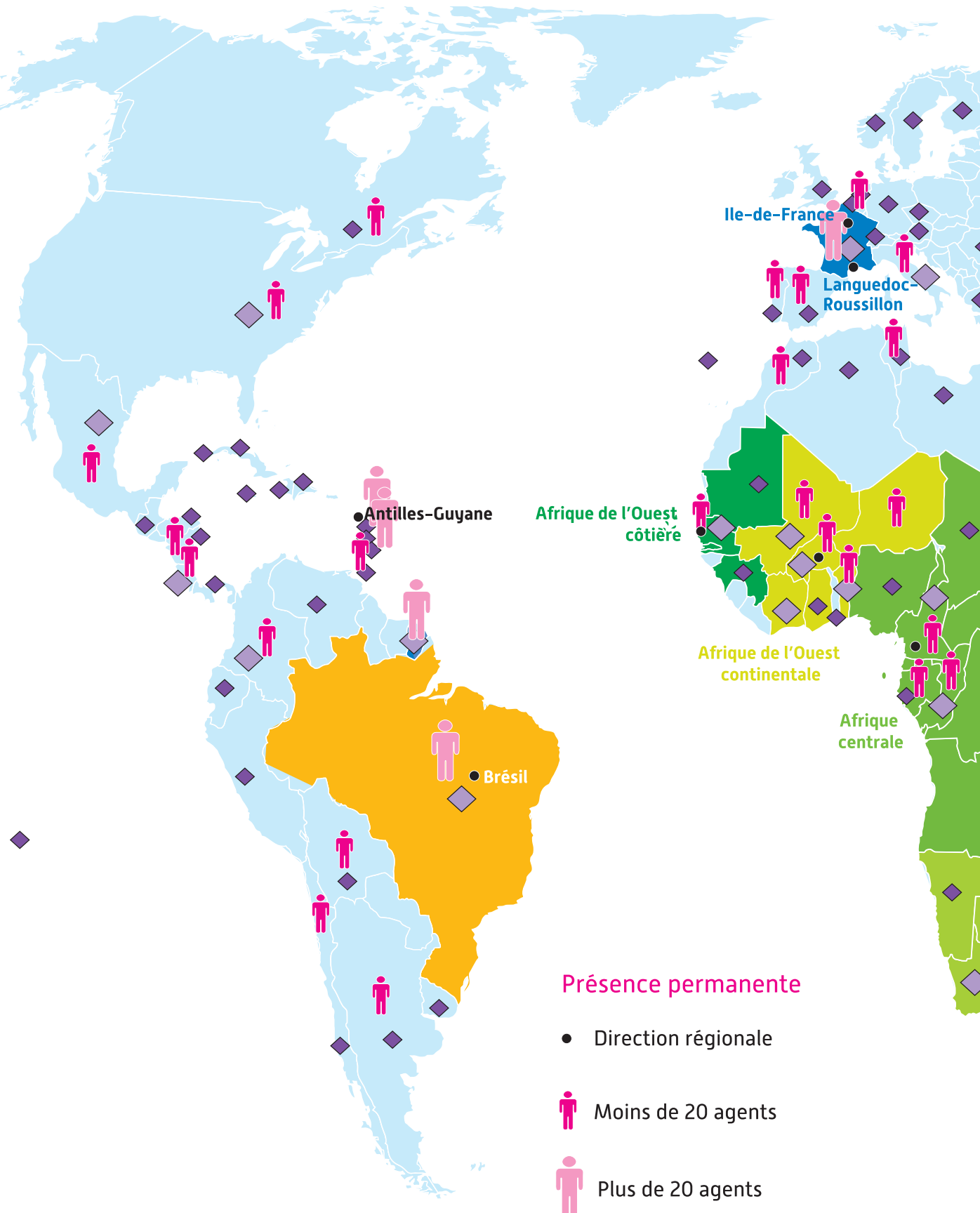
Acteurs, ressources et territoires dans le développement (UMR Art-Dev : université Montpellier 3, CNRS), Geneviève Cortes (université Montpellier 3)
Animal et gestion intégrée des risques (UPR), François Roger
Biens et services des écosystèmes forestiers tropicaux : l'enjeu du changement global (UPR), Alain Billand
Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (UMR Cired : CNRS, EHESS, AgroParisTech, École des Ponts ParisTech), Jean-Charles Hourcade (CNRS-EHESS)
Ecologie des forêts de Guyane (UMR Ecofog : AgroParisTech, Inra, CNRS, université des Antilles et de la Guyane), Eric Marcon (AgroParisTech)
Gestion de l'eau, acteurs et usages (UMR G-eau : Cemagref, AgroParisTech, IAMM, IRD, Montpellier SupAgro), Patrice Garin (Cemagref)
Gestion des ressources renouvelables et environnement (UPR), Martine Antona
Innovation et développement dans l'agriculture et l'agroalimentaire (UMR Innovation : Inra, Montpellier SupAgro), Christophe Soulard (Inra)
Marchés, organisations, institutions et stratégies d'acteurs (UMR Moisa : CIHEAM-IAMM, Inra, Montpellier SupAgro), Etienne Montaigne (CIHEAM-IAMM)
Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux (UMR Selmet : Montpellier SupAgro, Inra), Philippe Lecomte
Territoires, environnement, télédétection et information spatiale (UMR Tetis : Cemagref, AgroParisTech), Jean-Philippe Tonneau

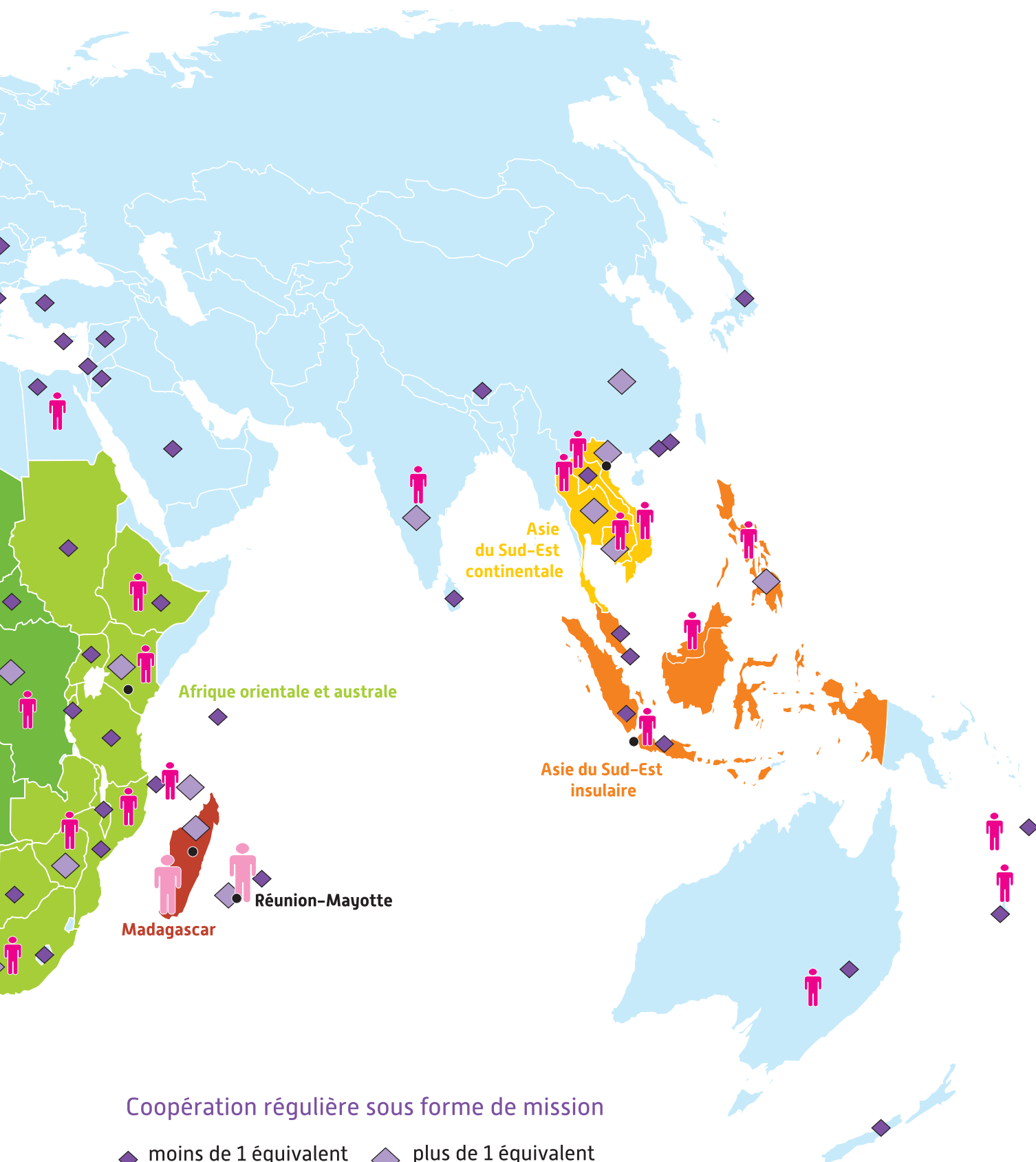
* UMR : unité mixte de recherche.

UPR : unité propre de recherche.

US : unité de service.

Le Cirad dans le monde





Le dispositif géographique

France

Ile-de-France

André Nau,
directeur régional
42, rue Scheffer
75116 Paris
Tél. : +33 1 53 70 20 21
andre.nau@cirad.fr

Languedoc-Roussillon

Michel Salas,
directeur régional
Avenue Agropolis
34398 Montpellier Cedex 5
Tél. : +33 4 67 61 58 01
michel.salas@cirad.fr

Antilles-Guyane

Philippe Godon,
directeur régional
Station de Neufchâteau,
Sainte-Marie
97130 Capesterre-Belle-Eau,
Guadeloupe
Tél. : +590 5 90 86 17 90 /
+06 94 45 10 22
philippe.godon@cirad.fr

Jean-Marc Deboin,
correspondant
BP 701, avenue de France
97387 Kourou Cedex, Guyane
Tél. : +594 5 94 32 73 52
jean-marc.deboin@cirad.fr

Christian Chabrier,
correspondant
BP 214
97285 Le Lamentin Cedex 2,
Martinique
Tél. : +596 5 96 42 30 44
christian.chabrier@cirad.fr

Réunion-Mayotte

Gilles Mandret, directeur régional
Station de La Bretagne, BP 20
97408 Saint-Denis Messageries
Cedex 9
Réunion
Tél. : +262 2 62 52 81 00 / +262 6
92 76 30 69
gilles.mandret@cirad.fr

Afrique

Afrique centrale

Jean-Luc Battini,
directeur régional
BP 2572
Yaoundé, Cameroun
Tél. : +237 22 21 25 41
jean-luc.battini@cirad.fr

Philippe Vigneron,
correspondant au Congo
Pointe noire : Consulat
13, rue Louveau
92438 Chatillon Cedex
Tél. : +242 53 56 35 65
philippe.vigneron@cirad.fr

Eric Forni,
correspondant au Gabon
BP 4035
Libreville, Gabon
Tél. : +241 07 49 28 21
eric.forni@cirad.fr

Afrique orientale et australe

Jacques Lançon, directeur régional
C/o Icraft, United Nations Avenue
Gigiri, PO Box 30677
00100 Nairobi, Kenya
Tél. : +254 20 722 46 53
jacques.lancon@cirad.fr

Emmanuel Torquebiau,
correspondant en Afrique du Sud
Centre for Environmental Studies
(CFES)
University of Pretoria
0002 Pretoria, Afrique du Sud
Tél. : +27 12 420 43 18
emmanuel.torquebiau@cirad.fr

Michel de Garine-Wichatitski,
correspondant au Zimbabwe
Cirad
PO Box 1378
Harare, Zimbabwe
Tél. : +263 4 33 24 87
degarine@cirad.fr

Afrique de l'Ouest continentale

Michel Partiot,
directeur régional
01 BP 596
Ouagadougou 01, Burkina Faso
Tél. : +226 50 30 70 70
michel.partiot@cirad.fr

Afrique de l'Ouest côtière

Denis Depommier,
directeur régional
37, avenue Jean XXIII
BP 6189
Dakar-Etoile, Sénégal
Tél. : +221 33 822 44 84
denis.depommier@cirad.fr

Madagascar

François Monicat,
directeur régional
Ampandrianomby, BP 853
Antananarivo, Madagascar
Tél. : +261 20 22 406 23
francois.monicat@cirad.fr

Amérique

Amérique centrale

Bruno Rapidel,
correspondant au Costa Rica
Catie, Departamento de Agricultura
y Foresteria
Catie 7170, Cartago
Turrialba, 30501 Costa Rica
Tél. : +506 25 58 25 99
bruno.rapidel@cirad.fr

Brésil

Bernard Mallet,
directeur régional
SHIS-QI 23, Bl. B. Ed. Top 23
71660-120 Brasilia DF, Brésil
Tél. : +55 61 33 66 11 32
bernard.mallet@cirad.fr

Etats-Unis

Jill Barr,
correspondante auprès
de la Banque mondiale
et de la Banque interaméricaine
de développement
Development Research Associates
8313, Woodhaven blvd
Bethesda 20817, Maryland,
Etats-Unis
Tél. : +1 301 365 68 55
jbarr@cirad.fr

Asie

Asie du Sud-Est continentale

Jean-Charles Maillard,
directeur régional
Cirad, Bureau 102, Bâtiment 2G
Cité diplomatique de Van Phuc
298 Kim Ma
Hanoi, Vietnam
Tél. : +844 3734 6775
jean-charles.maillard@cirad.fr

Antoine Leconte,
correspondant en Thaïlande
Cirad Office, Research
and development building
3rd floor, Kasetsart University
10900 Bangkok, Thaïlande
Tél. : +66 29 42 76 27 ext. 105
antoine.leconte@cirad.fr

Inde

Typhaine Loyer,
correspondante Inra-Cirad
Scientific Department of
the French Embassy in India
2, Aurangzeb Road
110 011 New Delhi, Inde
Tél. : +91 11 30 41 00 08
typhaine.loyer@paris-inra.fr

Asie du Sud-Est insulaire

Gilles Saint-Martin,
directeur régional
Plaza Bisnis Kemang, 3rd floor
Jalan Kemang Raya 2
12730 Jakarta Selatan, Indonésie
Tél. : +62 21 719 90 67 /
+62 21 719 46 01
gilles.saint-martin@cirad.fr

Chine

Zheng Li,
représentant permanent Inra-Cirad
507 Tower A, Fuhua Mansion
8, Chaoyangmen North Avenue
100027 Beijing, Chine
Tél. : +86 10 6554 1871
zhengliinra@sohu.com

Océanie

Régis Goebel,
correspondant en Australie
PO Box 86
50, Meiers Road
Indooroopilly Qld. 4068, Australie
Tél. : +61 7 3331 3309
francois-regis.goebel@cirad.fr

Réalisation : Délégation à la communication

Conception éditoriale et coordination :
Martine Lemaire, Danielle Barret (pour la partie Indicateurs),
avec la collaboration de Christine Nouaille

Conception graphique, infographie et mise en pages :
Patricia Doucet

Appui à la coordination :
Christiane Jacquet, Véronique Nardini, Laurence Dedieu

Illustration de couverture : Nathalie Le Gall

Impression : Impact Imprimerie, Saint-Gély-du-Fesc
Imprimé avec des encres végétales sur du papier
provenant de forêts gérées durablement



Dépôt légal : juin 2011

INNOVONS ENSEMBLE POUR LES AGRICULTURES DE DEMAIN



cirad

LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT

42, rue Scheffer . 75116 Paris
France

www.cirad.fr

